

ИНСТИТУТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

5

М. П. СЫЧЕВА, А. С. ФЕДОРОВ

ЗАПОМИНАЮЩЕЕ  
УСТРОЙСТВО НА ФЕРРИТАХ  
В МАШИНЕ БЭСМ

МОСКВА - 1957

ИНСТИТУТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

М.П. Сычева, А.С. Федоров

ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА ФЕРРИТАХ  
В МАШИНЕ БЭСМ

Москва - 1957 г.

## ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА ФЕРРИТАХ В МАШИНЕ БЭСМ

Изложены принципы построения запоминающих устройств на магнитных сердечниках. Сравниваются два основных типа запоминающих устройств - матричное запоминающее устройство и устройство типа "Z". Приводятся полное описание, скелетная схема и основные конструктивные и эксплуатационные данные оперативного магнитного запоминающего устройства БЭСМ на 1023 39-разрядных числа.

## FERRITE STORAGE FOR THE BESM COMPUTER

The constructing principles of magnetic core storage devices are discussed. Two basic types of storage, namely, lattice memory and type "Z" memory are compared. Then follow a complete description and schematic diagram of the BESM 1023 39-bit working magnetic storage and some of its basic constructional and operational characteristics.

## ВВЕДЕНИЕ

Использование ферритов для построения оперативных запоминающих устройств вычислительных машин позволяет существенно повысить надежность их работы, уменьшить габариты и сократить расходы, связанные с их эксплуатацией.

Принцип действия запоминающего устройства на ферритах основан на способности магнитного материала сохранять одно из двух устойчивых состояний (состояние намагниченности до насыщения в положительном или отрицательном направлении).

Приняв условно одно из магнитных состояний за код "1", а противоположное за код "0", можно осуществить запись двоичного кода в ферритовый сердечник.

Для того чтобы записать в сердечник код "1", необходимо подать в его обмотку импульс тока, создающий ампервитки положительной полярности.

При подаче в сердечник ампервитков отрицательной полярности в нем будет записан код "0". Для считывания информации используются размагничивающие ампервитки отрицательной полярности. В этом случае, если в сердечнике был записан код "1", сердечник перемагнитится и на его выходной обмотке наведется импульс напряжения, пропорциональный  $\Delta B / \Delta t$ . При считывании кода "0" сердечник перемагничиваться не будет, и на его выходной обмотке амплитуда напряжения будет значительно меньше, чем при считывании "1". Таким образом, после считывания в сердечнике всегда оказывается

код "0", т.е. происходит разрушение кода "1". Для восстановления кода "1" после считывания необходимо вновь записать "1" в сердечник.

Запоминающее устройство на магнитных элементах может хранить записанную информацию в течение неограниченного времени и не требует затрат энергии на поддержание этой информации.

Магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ) БЭСМ АН СССР выполнено на ферритах и имеет емкость 1023 двоичных 39-разрядных числа. В соответствии с циклом работы БЭСМ время одного обращения к МОЗУ составляет ~ 10мксек.

---

Разработка запоминающего устройства на ферритах для БЭСМ, его изготавление и наладка были выполнены в ИТМ и ВТ АН СССР работниками лаборатории электромоделирования и лаборатории универсальных машин. Участие в работе принимали инженеры: М.Д. Великовский, Н.И. Грязнов, А.Ф. Ненароков, Л.В. Тимошук и М.А. Цибров (лаборатория электромоделирования), А.А. Соколов, А.С. Федоров, кандидат технических наук М.П. Сычева, техники: П.А. Зольников, В.М. Стариakov, В.Н. Табаков (лаборатория универсальных машин). Разработка конструкции магнитных кассет выполнена конструктором А.А. Грызловым.

Изготовление ферритов и монтаж МОЗУ выполнены экспериментальными мастерскими ИТМ и ВТ АН СССР.

Разработка запоминающего устройства, изготовление и наладка проведены в 1955-1956 гг.

### 1. ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО МАТРИЧНОГО ТИПА.

Применение магнитных сердечников с прямоугольной петлей гистерезиса в качестве запоминающих элементов основано на известном принципе (рис. 1). Если действие внешнего магнитного поля амплитудой  $H/2$  не вызывает изменения магнитного состояния сердечника, а поле  $H$  полностью перемагничивает сердечник, то запоминающее устройство может быть выполнено в виде

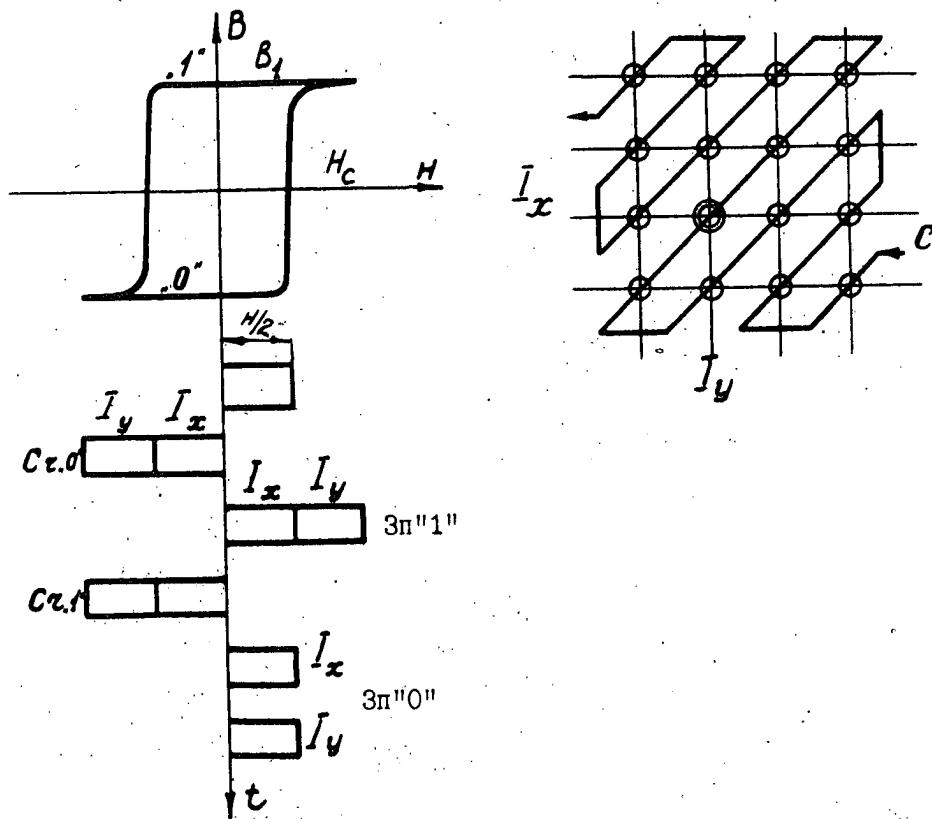


Рис. 1

матрицы, составленной из таких сердечников. Все сердечники матрицы пронизываются обмотками в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Каждая матрица образует один разряд запоминающего устройства, емкость которого определяется количеством сердечников в матрице. При обращении к какому-либо сердечнику необходимо возбудить токами  $I_x$  и  $I_y$  две шины на пе-

ресечении которых находится этот сердечник. Тогда на все сердечники, находящиеся на возбужденных шинах, будет действовать поле  $H/2$ , а на выбранный сердечник-суммарное поле от двух токов, равное по амплитуде  $H$ . В зависимости от направления поля  $H$  выбранный сердечник переходит в состояние "0" или "1", и в нем, таким образом, будет записан код "0" или "1".

Для считывания записанной информации необходимо по соответствующим шинам подать импульсы тока половинной амплитуды (на рис. 1 полярность токов считывания принята отрицательной).

Если используются сердечники с высокой прямоугольностью петли гистерезиса, отношение сигнала считывания "1" к сигналу считывания "0" может достигать  $10 \div 15$  и даже более.

Запоминающее устройство матричного типа предъявляет определенные требования к однородности сердечников, используемых для построения матриц. Разброс магнитных характеристик (постоянство величины коэрцитивной силы, величины остаточной индукции, прямоугольности) у всех сердечников матрицы должен быть достаточно малым и лежать в пределах нескольких процентов. Учитывая, что для построения запоминающего устройства большой емкости могут потребоваться десятки и даже сотни тысяч сердечников, выполнение этих требований оказывается весьма сложной задачей. Приходится производить тщательную отбраковку сердечников, в результате чего стоимость такого запоминающего устройства оказывается относительно высокой.

В результате того, что каждая матрица является запоминающим устройством на один разряд, возникает необходимость пронизывать все сердечники матрицы общим проводом считывания. Форма петли гистерезиса у сердечников отличается от идеально прямоугольной, поэтому на общем проводе считывания, помимо полезного сигнала, возникают импульсы помех от всех сердечников, находящихся на шинах, получающих половинный ток выборки. Суммарная величина помехи может достигать значительной величины в зависимости от количества сердечников, находящихся на считающем проводе, качества сердечников и

метода прошивки считающей обмотки. Обычно считающий провод монтируют таким образом, чтобы он проходил через какие-либо два сердечника, лежащие на вертикальной или горизонтальной шинах, в противофазе, например так, как это

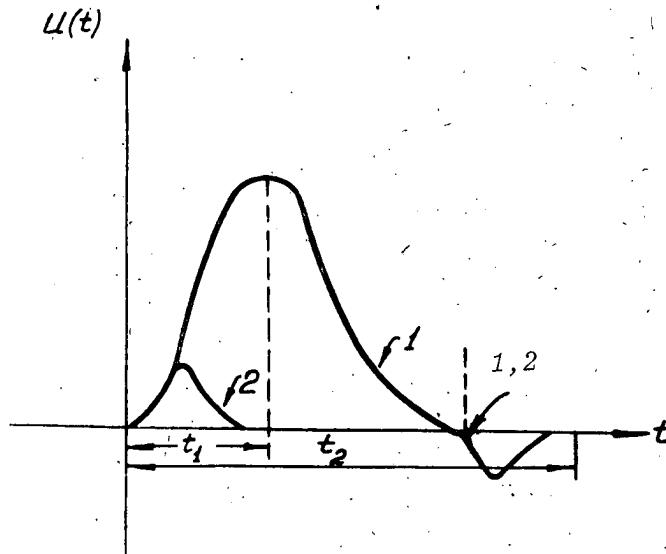


Рис. 2

показано на рис. 1. Такой метод прошивки позволяет значительно снизить уровень помех от полувозбужденных сердечников, так как помехи с каждого двух сердечников, находящихся на какой-либо полувозбужденнойшине, поступают на выходную обмотку в противофазе и частично компенсируют друг друга.

Обычно выходной сигнал с одного сердечника имеет вид, показанный на рис. 2. Кривая 1 соответствует импульсу, возникающему при полном перемагничивании (сигнал считывания кода "1"), кривая 2 - сигналу считывания кода "0". В момент  $t_1$  можно произвести стробирование и отделить сигнал считывания кода "0" от кода "1". Помимо непосредственного стробирования для отделения сигналов кода "0" от сигналов кода "1", можно применить интегрирующее устройство. В самом деле, интеграл  $\int_0^{t_2} U(t)dt$  в момент  $t_2$  равен 0, если изменение магнитного потока в сердечнике за время действия импульса тока равно 0. При считывании кода "0" не происходит перемагничивания сердечника, а следовательно и изменения магнитного потока за время  $t_2$ . В случае считывания кода "1" происходит перемагничивание сердечника и соответственно магнитный поток в сердечнике изменяется на величину  $\Delta\Phi = 2B_r S$ . Поэтому интеграл  $\int_0^{t_2} U(t)dt$  в момент времени  $t_2$  при считывании

кода "1" оказывается отличным от "0". Производя стробирование в момент  $t_2$ , можно отделить сигналы считывания кодов "1" и "0" друг от друга.

Для сердечников с достаточно прямоугольной формой петли гистерезиса соотношение между временем полного перемагничивания и амплитудой тока, вызывающего перемагничивание, описывается приближенной формулой

$$(I_T - I_C)t_i \approx S, \quad (1)$$

где  $t_i$  - длительность импульса тока, равная времени полного перемагничивания сердечника,  $I_C$  - ток, соответствующий коэрцитивной силе сердечника,  $S$  - постоянная для данного типа сердечника,  $I_T$  - амплитуда действующего тока.

При этом мы считаем, что форма действующего тока прямоугольна.

Вследствие того, что запоминающие сердечники в матрице работают при вполне определенной амплитуде полного тока, определяемого выражением

$$I_T \approx 2I_C, \quad (2)$$

длительность действующего тока должна быть равна

$$t_i = \frac{S}{I_C}. \quad (3)$$

Поэтому в запоминающих устройствах матричного типа недопустим так называемый форсированный режим работы, т.е. применение амплитуд токов выборки, существенно превышающих величину  $I_C$ . Таким образом, в устройствах такого типа на рабочие токи накладываются определенные требования с точки зрения стабильности амплитуды и длительности.

## 2. ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ТИПА "Z"

Запоминающее устройство, в котором считающий ток подается сразу во все разряды только одного, выбранного в данный момент, числа называется устройством типа Z. Такое запоминающее устройство позволяет производить форсированное перемагничивание запоминающих сердечников при считывании,

так как амплитуда тока считывания в этом случае может быть любой величины.

Форсированный режим работы допускает сокращение цикла работы запоминающего устройства и повышение амплитуды выходного сигнала при считывании. В системах типа Z может быть получена величина выходного сигнала в 5÷10 раз больше, чем в запоминающих устройствах матричного типа. Ввиду того, что при считывании импульс тока поступает только в одно число, в каждом разряде возбуждается только один сердечник. При этом на считающей обмотке, которая проходит через все сердечники в данном разряде, по-

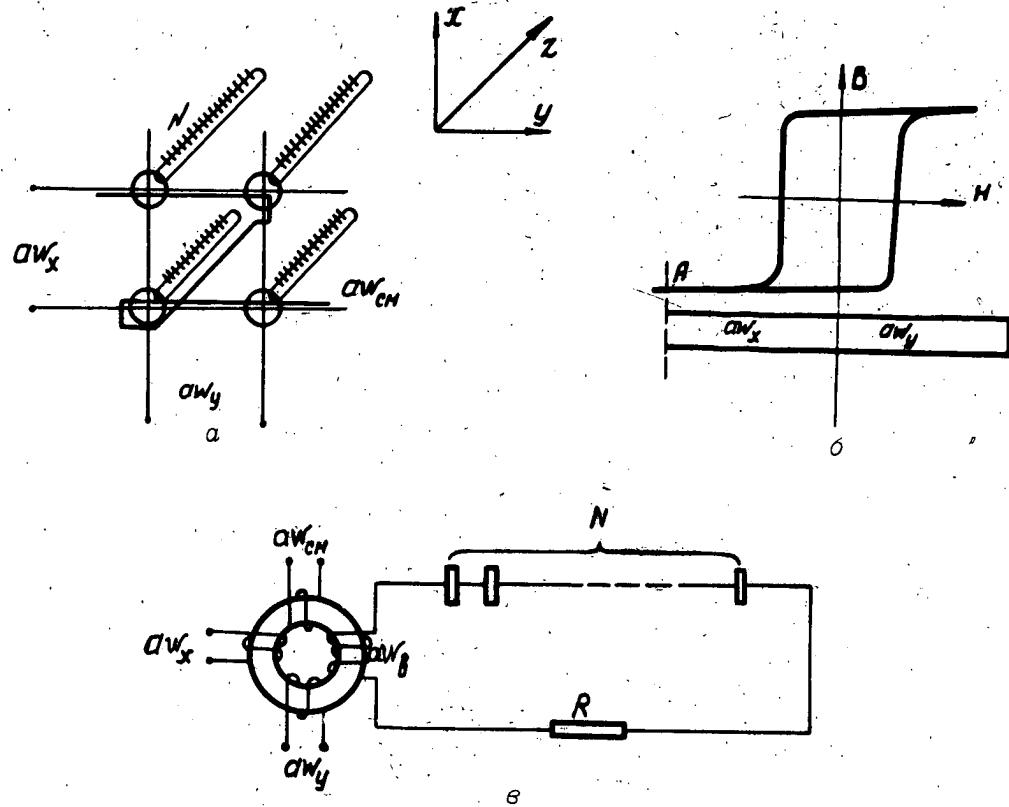


Рис. 3

является сигнал только от одного, выбираемого в данный момент, сердечника. Отсутствие помех при считывании позволяет упростить цепи считывания и повысить надежность работы запоминающего устройства.

Недостатком запоминающего устройства типа Z является необходимость иметь ин-

дивидуальный вентиль на каждое число. Для устройств достаточно большой емкости в качестве таких вентилей удобно применять магнитные ключи. Рассмотрим работу такого ключа. На рис. 3, а показана сетка из 4 трансформаторов, работающих по принципу совпадения токов. Каждый трансформатор собран на сердечниках, имеющих прямоугольную петлю гистерезиса, и на нем размещено четыре обмотки (рис. 3, б и 3, в). Обмотки  $w_x$  и  $w_y$  служат для возбуждения трансформатора, обмотка  $w_z$  является выходной и нагружена на запоминающие сердечники, в обмотку  $w_{cm}$  подается постоянный ток смещения. Рабочая точка трансформатора выбрана при помощи тока смещения таким образом, что при возбуждении только одной из обмоток трансформатор не перемагничивается. При действии токов в обеих возбуждающих обмотках трансформатор перемагничивается и запоминающие сердечники, представляющие собой числовую линейку, состоящую из  $N$  разрядов, получают ток выборки. Когда возбуждающие трансформатор импульсы заканчиваются, трансформатор возвращается снова в рабочую точку А (нетрудно заметить, что рассмотренная схема является схемой совпадения или вентилем). Существенным обстоятельством при работе такого магнитного вентиля является тот факт, что импеданс его нагрузки меняется в зависимости от кода, записанного в запоминающие сердечники данного числа. Как известно, сердечник оказывает разное сопротивление протекающему по его обмотке току в зависимости от того, перемагничивается при этом сердечник или нет. Для магнитных материалов с высокой степенью прямоугольности петли гистерезиса это сопротивление может меняться в десятки раз. Код, записанный в числовой линейке, может содержать произвольное количество "1" и "0" и поэтому сопротивление нагрузки на выходе магнитного вентиля также может меняться в десятки раз. Сопротивление будет максимальным, если в числовой линейке записан код, состоящий из одних "1". В этом случае при считывании вентиль должен перемагнитить все сердечники числовой линейки. Если же в ней окажется код, состоящий из одних "0", при считывании вентиль не должен перемагничивать ни одного

сердечника. Сопротивление числовой линейки при этом будет минимальным.

Для того чтобы ток в числовой линейке сильно не менялся в зависимости от кода, записанного в ней, необходимо, чтобы магнитный вентиль или, как мы его называем, координатный трансформатор представлял собой источник тока. Другими словами, его выходное сопротивление должно быть во много раз больше, чем максимальное сопротивление числовой линейки. Практически это может быть получено введением последовательно с числовой линейкой некоторого достаточно большого добавочного сопротивления  $R$ . При таком методе стабилизации нагрузки затрачивается значительная дополнительная мощность, которая рассеивается на сопротивлении  $R$ . Коэффициент полезного действия такой системы окажется низким.

В запоминающем устройстве типа  $Z$ , разработанном в ИТМ и ВТ АН СССР, используется метод стабилизации нагрузки в числовой линейке,

В этом случае в числовую линейку, помимо запоминающих сердечников, ставят компенсационные сердечники, так что каждый запоминающий элемент состоит из двух сердечников: рабочего и компенсационного. На рис. 4 показана числовая линейка с двумя сердечниками на каждый разряд. Верхний ряд

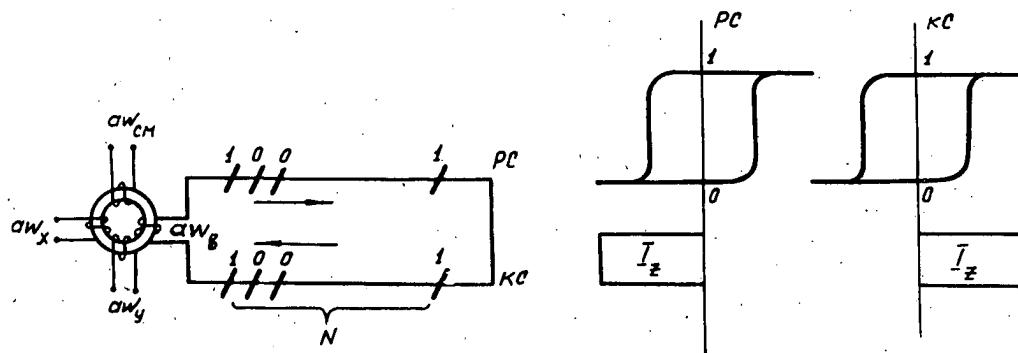


Рис. 4

сердечников образует рабочие кольца, а нижний - компенсационные. Для того чтобы записать код "1" в какой-либо разряд, необходимо в рабочий и компенсационный сердечники записать "1". Точно так же код "0" в каком-либо

разряде соответствует записи "0" в рабочий и компенсационный сердечники. Показанная на рис. 4 выходная обмотка координатного трансформатора пронизывает рабочие и компенсационные сердечники в противофазе. Таким образом, при подаче тока в числовую линейку, вне зависимости от записанного в ней кода, всегда будет перемагничиваться  $N$  сердечников: в каждом разряде перемагнитится либо рабочий, либо компенсационный сердечник, т.е. нагрузка на выходе магнитного вентиля оказывается постоянной.

Рассмотрим работу запоминающего и компенсационного сердечников в одном разряде числовой линейки. На рис. 5, а показана схема прошивки этих сердечников. Обмотка  $z$  проходит через сердечники в противофазе; по ней подается ток выборки от координатного трансформатора. Обмотка  $x$  является обмоткой записи: по ней подается импульс записи кода "1" или кода "0". Направление этой обмотки в обоих сердечниках одинаковое. Выходная обмотка служит для съема считываемого сигнала и пронизывает оба сердечника аналогично обмотке  $x$ . На рис. 5, б показана диаграмма работы сердечников. Координатный трансформатор при возбуждении выдает в числовую линейку две полуволны тока. Первая полуволна  $I_{z_1}$  обеспечивает считывание информации, а вторая вместе с током, проходящим по обмотке  $x$ , служит для записи информации. Будем считать, что если в каком-либо из сердечников происходит увеличение потока индукции, то на считающей обмотке индуцируется импульс напряжения положительной полярности. И, наоборот, если изменение индукции в сердечнике отрицательное, то и сигнал на выходной обмотке имеет отрицательный знак. Предположим, что перед началом работы оба сердечника находятся в состоянии "0". В момент времени  $t_1$  импульс тока  $I_{z_1}$  поступает от координатного трансформатора, причем полярность его такова, как показано на рис. 5, б. Под действием этого импульса рабочая точка, отражающая магнитное состояние запоминающего сердечника, будет перемещаться по ветви ОА петли гистерезиса. Действие полуволны тока  $I_{z_1}$  не изменит состояния запоминающего

сердечника. Но так как в компенсационном сердечнике полярность тока  $I_{z_1}$  противоположна, его магнитное состояние изменится и в нем будет записан код "1". Если мы хотим записать в запоминающую ячейку код "1", то в мо-

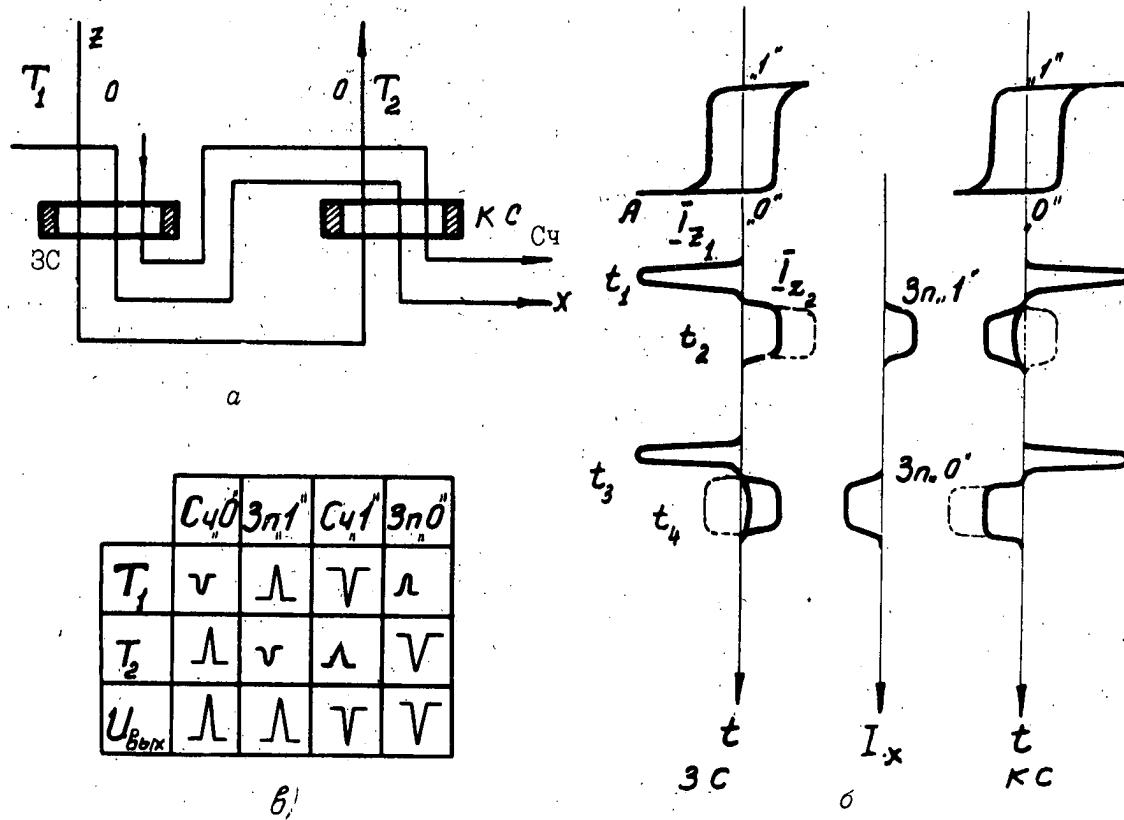


Рис. 5

мент времени  $t_2$  мы должны подать по обмотке  $x$  ток записи "1" положительной полярности, как показано на рис. 5, б. Ток  $I_x$  вместе с полуволной  $I_{z_2}$  запишет в запоминающий сердечник код "1". В компенсационном сердечнике при этом токи  $I_x$  и  $I_{z_2}$  вычтутся и их разность не изменит магнитного состояния компенсационного сердечника, т.е. в нем останется код "1", вызванный полуволной  $I_{z_1}$ . В таблице (рис. 5, в) приведены импульсы напряжения, возникающие на считающей обмотке под действием полуволны тока  $I_{z_1}$ . Считыванию кода "0" и записи кода "1" соответствуют 1-я и 2-я колонки таблицы. Можно видеть, что при считывании кода "0" разность сигналов компенсационного и запоминающего сердечников на выходной обмотке имеет положительную полярность.

При считывании кода "1" полуволна тока  $I_{z_1}$  в момент времени  $t_3$  перемагнитит запоминающий сердечник в положение, соответствующее коду "0", и сохранит код "1" в компенсационном сердечнике. Если мы хотим записать в запоминающую ячейку код "0", мы должны в момент времени  $t_3$  вместе с полуволной  $I_{z_2}$  подать в обмотку записи импульс тока отрицательной полярности. При этом разность токов в запоминающем сердечнике не изменит его магнитное состояние и в нем сохранится код "0". В компенсационном сердечнике сумма токов  $I_{z_2}$  и  $I_x$  вызовет изменение магнитного состояния и запишет в нем код "0". Таким образом, оба сердечника после записи всегда оказываются в одинаковом состоянии. Сигнал считывания кода "1" на выходной обмотке имеет отрицательную полярность, как это можно видеть из 3-й и 4-й колонок.

Таким образом, рассмотренная нами система обладает очень важным достоинством: сигналы кодов "1" и "0" отличаются не по количественному признаку, а по качественному (по полярности сигналов). Это позволяет упростить цепи считывания и повысить надежность работы всего устройства. Разброс сердечников по величине их остаточной индукции в рассмотренном запоминающем устройстве также может быть допущен значительно больший, чем в матричном запоминающем устройстве ввиду того, что это устройство принципиально свободно от помех, вызываемых считыванием кода "0". В матричных системах ЗУ надежность различия кода "1" от кода "0" определяется отношением минимального сигнала считывания "1" к максимальной помехе при считывании "0". Поэтому сердечники, обладающие малым сигналом "1", вследствие малой величины остаточной индукции так же, как и сердечники, обладающие повышенным значением помехи от считывания "0" из-за повышенного значения остаточной индукции, не пригодны для использования в матрице, даже если отношение сигнал-помеха у них будет одинаковым и достаточно высоким. Следовательно, для матриц необходимы сердечники с возможно малым разбросом величины остаточной индукции. Для рассмотренного запоминающего устройства

типа Z с двумя сердечниками на каждый разряд оказывается допустимым применение ферритовых колец с меньшим, чем для матричных систем запоминающих устройств, отношением сигнала считывания "1" к сигналу считывания "0" в каждом сердечнике ввиду наличия компенсационного сердечника. Таким образом, необходимость использовать двойное количество ферритовых колец в рассмотренном нами устройстве вполне окупается тем, что требования к этим кольцам оказываются сравнительно невысокими и, следовательно, можно применять более дешевые сердечники.

В системе ЗУ типа Z существенную роль играет сетка координатных трансформаторов или, как мы ее называем, координатная сетка. Для того чтобы запоминающее устройство работало надежно, необходимо, чтобы помеха, выдаваемая координатным трансформатором в числовую линейку при получении импульса тока только по одной из координат, не превышала по своей величине некоторого максимального значения  $a$ . Величина  $a$  выбирается экспериментально для каждого магнитного материала при испытании его на устойчивость к многократному воздействию импульсов тока, не вызывающих разрушения записанной в сердечнике информации. Точно так же ток записи  $I_x$ , который подается при записи сразу на все сердечники, принадлежащие одному разряду, не должен превышать значения  $a$ .

Для координатного трансформатора необходимо использовать магнитный материал, имеющий большую прямоугольность, т.е. отношение остаточной индукции к индукции насыщения должно быть близким к единице ( $\alpha \geq 0,95$ ). В тех случаях, когда магнитный материал не обладает такой высокой степенью прямоугольности, его возможно применять для координатных трансформаторов, если использовать принцип компенсации. Тогда вместо одного трансформатора ставятся два, и рабочие точки этих трансформаторов выбираются так, как показано на рис.6,а. Здесь при помощи постоянного тока подмагничивания рабочая точка компенсационного трансформатора смещается в направлении действия токов выборки (точка B). Рабочий трансформатор смещается, как обыч-

но, в точку A. Входные обмотки рабочего и компенсационного трансформаторов включаются согласно, а выходные обмотки - встречно. Таким образом, при действии на координатный трансформатор токов выборки только в одном

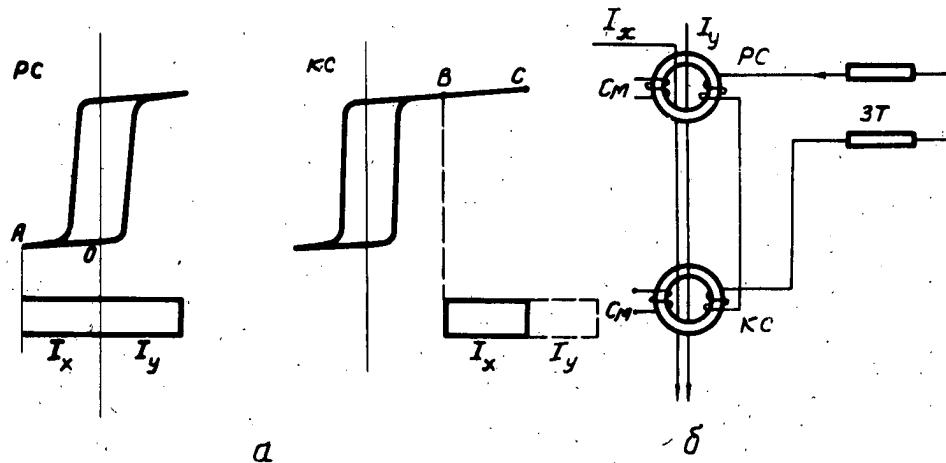


Рис. 6

направлении в числовую линейку такого полувыбранного трансформатора поступает импульс помехи, пропорциональный разности э.д.с. рабочего и компенсационного трансформаторов. Ввиду того, что форма петли гистерезиса на участке AO отличается от формы петли на участке BC (рис. 7), полной компенсации в каждый момент времени не происходит.

Условие полной компенсации помехи для такой системы может быть записано следующим образом:

$$S_p w_p \frac{dB_p}{dt} = S_k w_k \frac{dB_k}{dt}, \quad (4)$$

где  $w_p$  - количество витков выходной обмотки рабочего трансформатора,  $w_k$  - количество витков выходной обмотки компенсационного трансформатора, а  $S_p$  и  $S_k$  - соответственно сечения рабочего и компенсационного трансформаторов.

Введя замену  $\frac{dB}{dt} = k \frac{dI}{dt}$  и  $\frac{dB}{dI} = \mu_0$ , перепишем условие (4):

$$S_p w_p \mu_0 p \frac{dI_p}{dt} = S_k w_k \mu_0 k \frac{dI_k}{dt}. \quad (5)$$

Если принять следующие равенства:  $S_p = S_k$  и  $\frac{dI_p}{dt} = \frac{dI_k}{dt}$ , то условие

компенсации принимает вид:

$$w_p \cdot \mu_{\partial p} = w_k \cdot \mu_{\partial k} . \quad (6)$$

Таким образом, для полной компенсации помехи необходимо равенство дифференциальных магнитных проницаемостей на участках  $AO$  и  $BC$  петли гистерезиса в каждый момент времени. Поскольку в реальной петле гистерезиса это условие не выполняется, полной компенсации не происходит. При расчете количества витков в компенсационном трансформаторе можно пользоваться формулой:

$$w_p \cdot \mu_{cp.p} = w_k \cdot \mu_{cp.k} , \quad (7)$$

где  $\mu_{cp}$  — усредненная магнитная проницаемость на участках  $AO$  и  $BC$ .

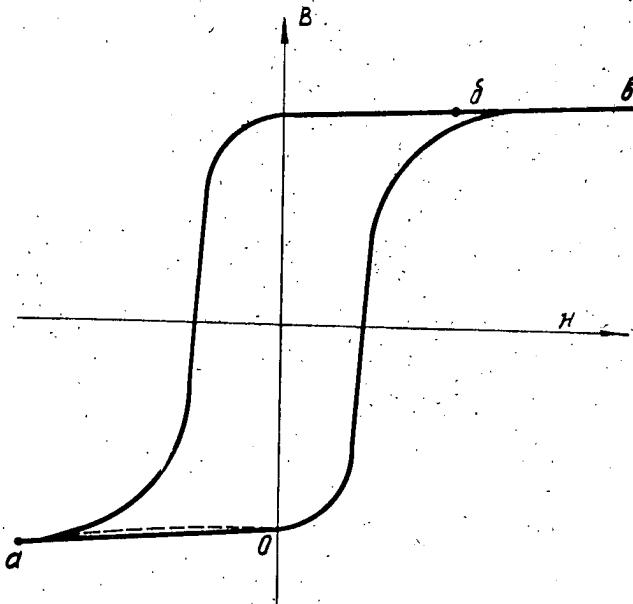


Рис. 7

Для того чтобы полностью скомпенсировать помеху, выдаваемую в числовую линейку полувыбранным координатным трансформатором, можно поставить на каждый рабочий трансформатор по два компенсационных трансформатора: один по направлению тока выборки  $I_x$ , а другой по направлению тока выборки  $I_y$ . Схема включения такого сложного координатного трансформатора показана на рис. 8.

Здесь  $KC_x$  и  $KC_y$  компенсационные сердечники по направлениям  $X$  и  $Y$ . Все три сердечника совершенно идентичны как по магнитным свойствам, так и по витковым данным. При действии тока выборки по какой-либо из координат помеху компенсирует соответствующий сердечник. При этом рабочая точка, характеризующая магнитное состояние каждого сердечника, движется всегда только

по участку  $A0$  петли гистерезиса. При этом выполняется условие уравнения (6). Недостатком такой системы компенсации является ее сложность и меньшая экономичность, чем системы с одним компенсационным сердечником. Одна-

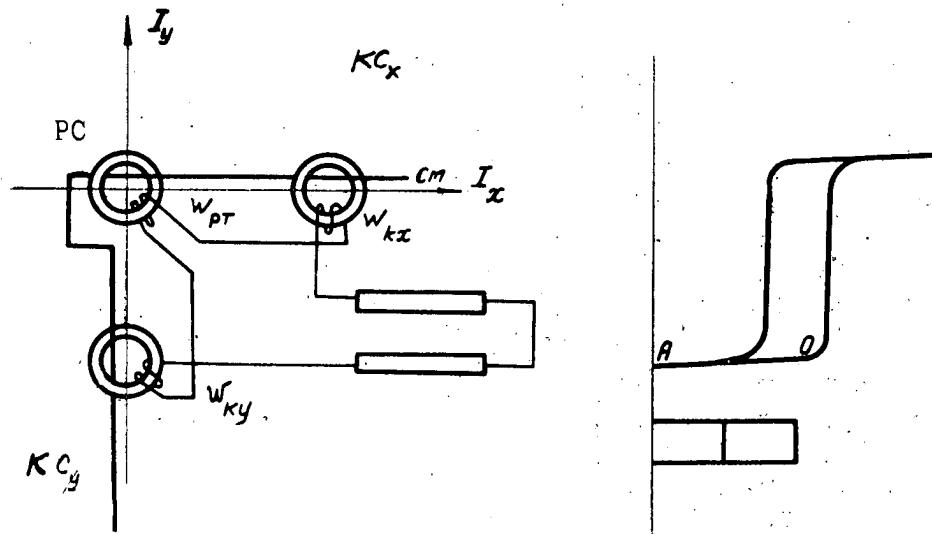


Рис. 8

ко в ответственных случаях, когда необходимо полностью скомпенсировать помеху от полувыбранного магнитного вентиля, сложная компенсация является, пожалуй, единственным выходом из положения. При соответствующем подборе рабочего и компенсационных сердечников помеху можно сделать меньше любой наперед заданной величины. Кроме того, степень компенсации в системе с тремя сердечниками не зависит от изменения тока смещения в отличие от системы с двумя сердечниками.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И КОНСТРУКЦИЯ ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МАШИНЫ БЭСМ АН СССР

Магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ) машины БЭСМ выполнено из ферритовых сердечников марки К-132, изготовленных в ИТМ и ВТ АН СССР по технологии, разработанной НИИ МРТЛ.

Материал К-132 имеет следующие данные: остаточная индукция  $B_r = 2200 \text{ Гс}$ , коэрцитивная сила  $H_C = 0,17 \div 0,2 \text{ эз}$ , коэффициент прямоугольности 0,9.

Размер сердечников: внешний диаметр 3мм, внутренний 2мм и толщина 1мм.

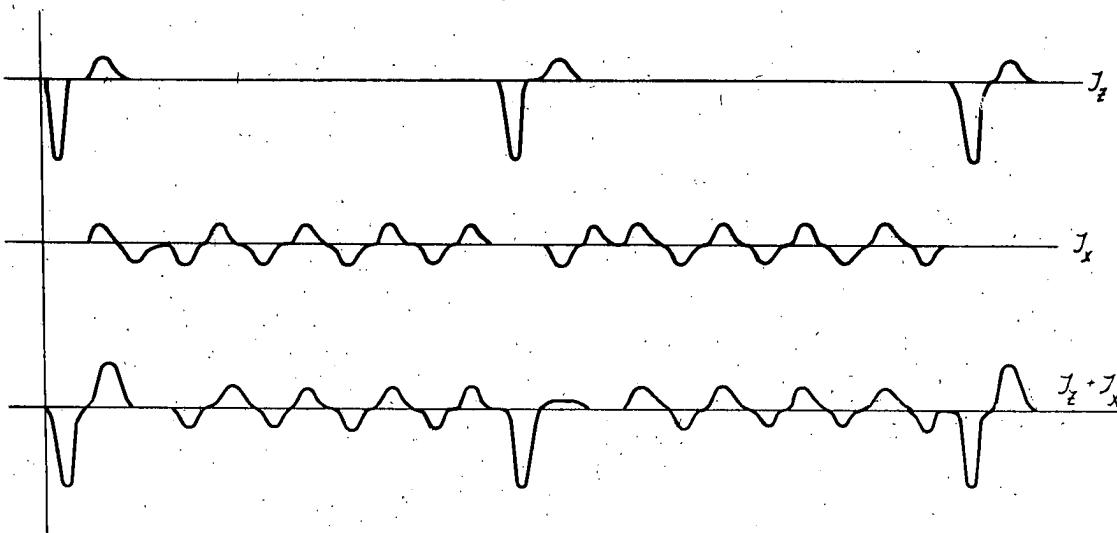


Рис. 9

До установки в запоминающем устройстве все запоминающие сердечники были проверены на специальном стенде по программе, показанной на рис. 9. В сердечник поступала последовательность токов  $I_z$  и  $I_x$ , причем между двумя токами  $I_z$  подавались 4 импульса  $I_x$ . Экспериментально было установлено, что двуполярные токи  $I_x$  меньше разрушают информацию в сердечнике, чем однополярные. Длительность и амплитуды всех токов задавались такими, чтобы максимально приблизить режим испытания к режиму работы запоминающих сердечников в реальных условиях. В перерыв между двумя импульсами тока  $I_z$  импульсы тока  $I_x$  подавались таким образом, чтобы их действие было направлено на разрушение только что записанной информации, т.е. после записи в сердечник кода "1" импульсы тока  $I_x$  имели направление, соответствующее записи кода "0", и наоборот. Амплитуда тока  $I_z$  приблизительно равна 0,9 а, длительность в основании  $\sim 1 \text{ мксек}$ , фронт нарастания тока  $I_{z_1} - 0,2 \text{ мксек}$ .

Амплитуда тока  $I_{z_2}$  равна  $0,4a$ , длительность в основании  $\sim 1,5 \div 2$  мкsec и фронт нарастания  $0,7 \div 0,8$  мкsec. Импульс тока  $I_x$  имеет две полуволны приблизительно равной амплитуды, длительность первой полуволны  $\sim 1,2$  мкsec. Время нарастания переднего фронта  $\sim 0,3$  мкsec. Амплитуда тока  $I_x$  была экспериментально установлена в  $0,1a$ . Обмотки  $w_{z_1}$ ,  $w_x$  и обмотки считывания имели по одному витку. Осциллограммы токов  $I_z$  и  $I_x$  показаны на рис. 10, а, и 10, б.

По амплитуде выходного сигнала и по отношению сигнала считывания "1" к сигналу считывания "0" все сердечники были разбиты на 3 группы (см. таблицу).

Группа	Амплитуда считывания "0" в милливольтах не более	Амплитуда считывания "1", мв
1	100	$280 \pm 40$
2	120	$320 \pm 40$
3	140	$450 \pm 50$

Сердечники, не попавшие в эти группы, браковались. Благодаря подразделению на группы удалось использовать в лучших партиях до 70 - 80% всех сердечников данной партии.

Для изготовления координатных трансформаторов был применен феррит марки К-65, имеющий следующие данные: остаточная индукция  $2500\text{Gs}$ , коэрцитивная сила  $0,4 \div 0,5\text{э}$ , коэффициент прямоугольности 0,92. Внешний диаметр колец 7мм, внутренний 4мм и высота 2мм.

Для координатных трансформаторов была принята схема с одним компенсационным сердечником. На каждый трансформатор как на рабочий, так и на компенсационный устанавливается по 5 колец. Для входных обмоток  $x$  и  $y$  рабочих и компенсационных трансформаторов была использована двухвитковая обмотка проводом ПЭЛШО 0,25; для обмоток смещения рабочего трансформатора одновитковая обмотка проводом марки МШВ 0,5, а для компенсационного транс-

форматора - двухвитковая обмотка проводом МШВ 0,5.

Выходная обмотка рабочего трансформатора имеет 2 витка и компенсационного - 5 витков. Для того чтобы постоянная времени числовой линейки была возможно меньше, последовательно с запоминающими сердечниками необходимо ставить активное сопротивление  $3 \div 4\text{ом}$ , которое удобно выполнить, намотав выходную обмотку координатного трансформатора манганином или каким-либо другим проводом, имеющим большое удельное сопротивление. Перед установкой в кассеты все координатные трансформаторы проверялись в реальных условиях, т.е. при работе на реальную нагрузку.

Смещение рабочего трансформатора осуществляется током  $3 \div 3,5\text{а}$ . Ток

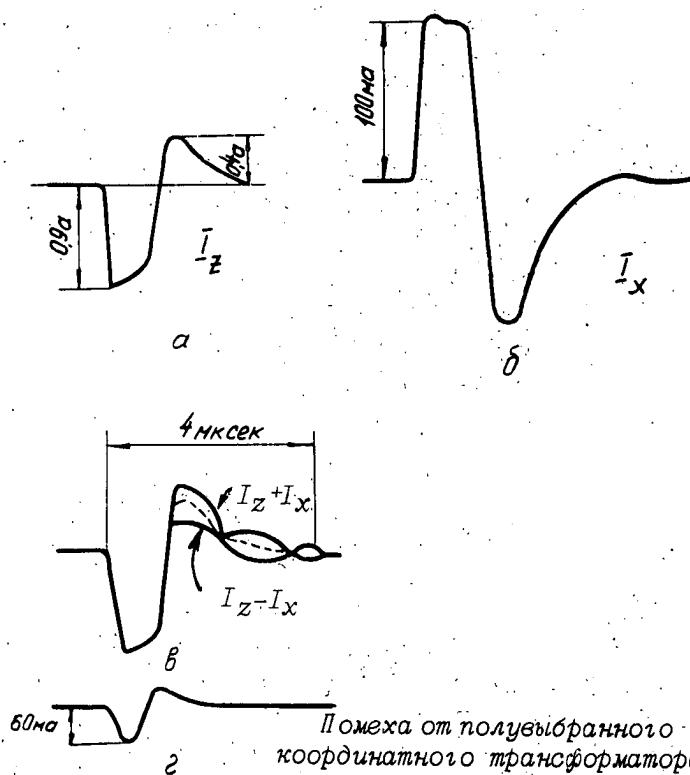


Рис. 10

смещения в компенсационном трансформаторе  $2,7 \div 3,3\text{а}$ .

Амплитуда токов выборки, поступающих на координатную сетку, составляет  $1,5\text{а}$  по каждой из координат, длительность импульсов тока в основании - приблизительно  $2\text{мкsec}$ . Время нарастания переднего фронта равно  $0,15 \div 0,2 \text{ мкsec}$ . Задний фронт импульса специально затягивается до  $1 \div 1,2 \text{ мкsec}$ , что улучшает условия формирования

координатного трансформатора тока  $I_z$ . Полуволна  $I_z$  становится более широкой и усло-

вия записи в запоминающие сердечники улучшаются.

Каждый собранный координатный трансформатор должен обеспечивать необходимые амплитуды токов  $I_{z_1}$  и  $I_{z_2}$  при действии на него выбирающих токов

по двум координатам. При действии только одного выбирающего тока координатный трансформатор должен выдавать в числовую линейку помеху не более 60ма. Осциллограммы токов  $I_{z_1}$  и  $I_{z_2}$  на выходе координатного трансформатора, а также помеха от полувыбранного координатного трансформатора показаны на рис. 10, а и 10, г. При этом токи выборки, поступающие на вход координатного трансформатора с блока  $\Phi_z$ , должны соответствовать показанным на рис. 11. На осциллограмме рис. 10, е представлена сумма токов  $I_z$  и  $I_x$ , действующих на запоминающие сердечники.



Рис. 11

Как видно из осциллограммы, полный цикл считывания и записи составляет приблизительно 4мксек.

Конструктивно магнитные кассеты выполнены в виде текстолитовых рамок с двумя рядами контактов с каждой из трех сторон. На кассете размещается 64 48-разрядных двоичных числа.

Каждая кассета разделена на две неравные части, на большей из которых расположены запоминающие сердечники (числовые линейки), а на меньшей - координатные трансформаторы к каждой числовой линейке. Сердечники в числовой линейке располагаются в два ряда, причем через каждый сердечник проходят три провода. В качестве монтажного провода для запоминающей части кассеты использован провод ПЭВ-3 диаметром  $0,27 \div 0,33\text{мм}$ . Записывающая и считающая обмотки пронизывают оба ряда сердечников в каждом разряде и выведены на противоположные стороны кассеты. Монтажная схема запоминающей части приведена на рис. 12.

В координатной части кассеты, помимо 64 координатных трансформаторов, монтируются два контрольных сопротивления по  $1\text{ом}$ , включенные в цепи двух числовых линеек. В случае необходимости, ток в числовых линейках может быть измерен без снятия экранов, которыми снабжены все кассеты. В качестве экранов применяется латунная фольга толщиной  $0,5\text{мм}$ . Входные обмотки координатных трансформаторов по координате  $Y$  выведены на соответствующие ле-

лестки в верхней гребенке координатной части кассеты. Входные обмотки по координате X являются общими для каждого восьми координатных трансформаторов и выведены на боковые гребенки координатной части кассеты. Схема

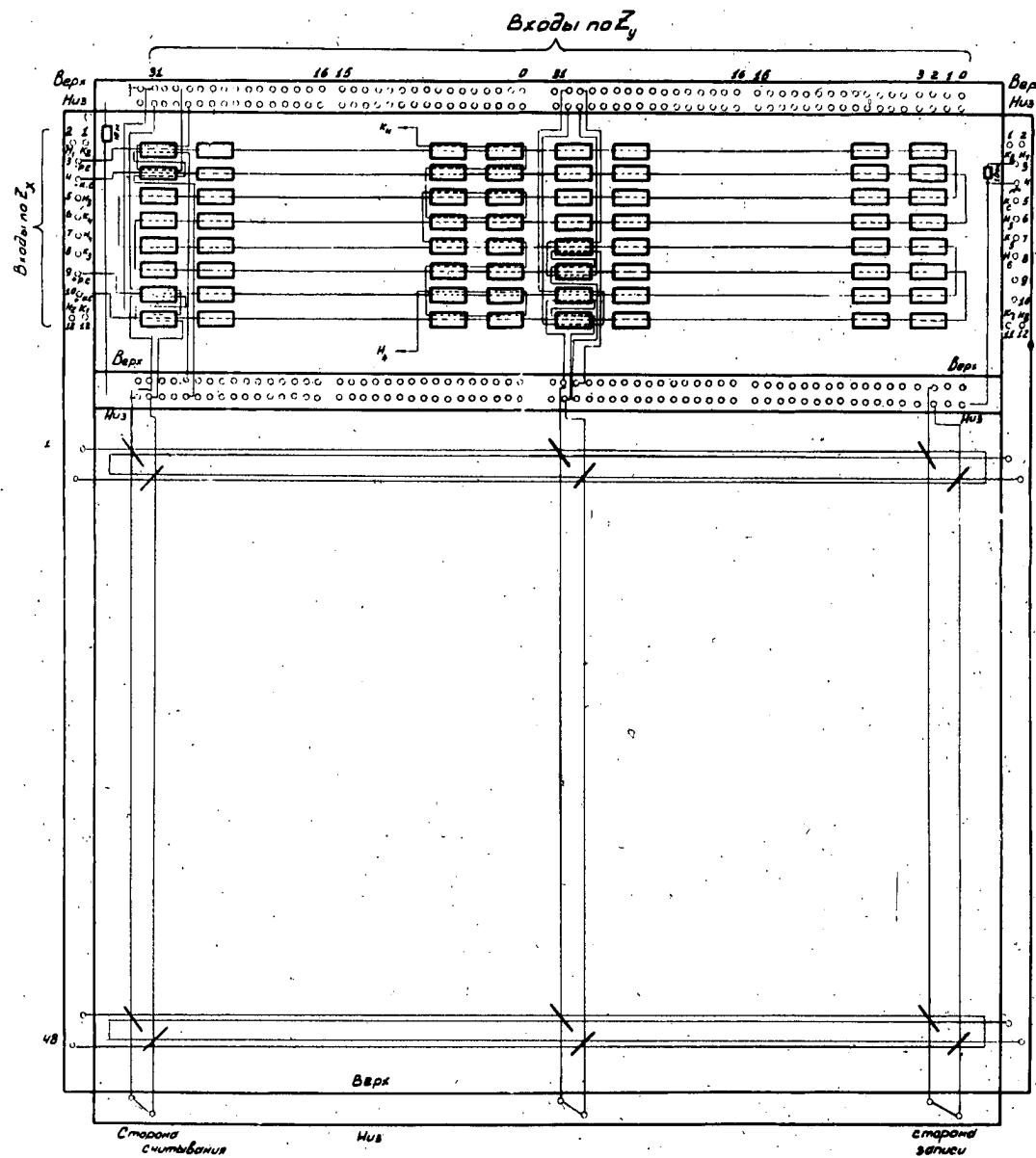
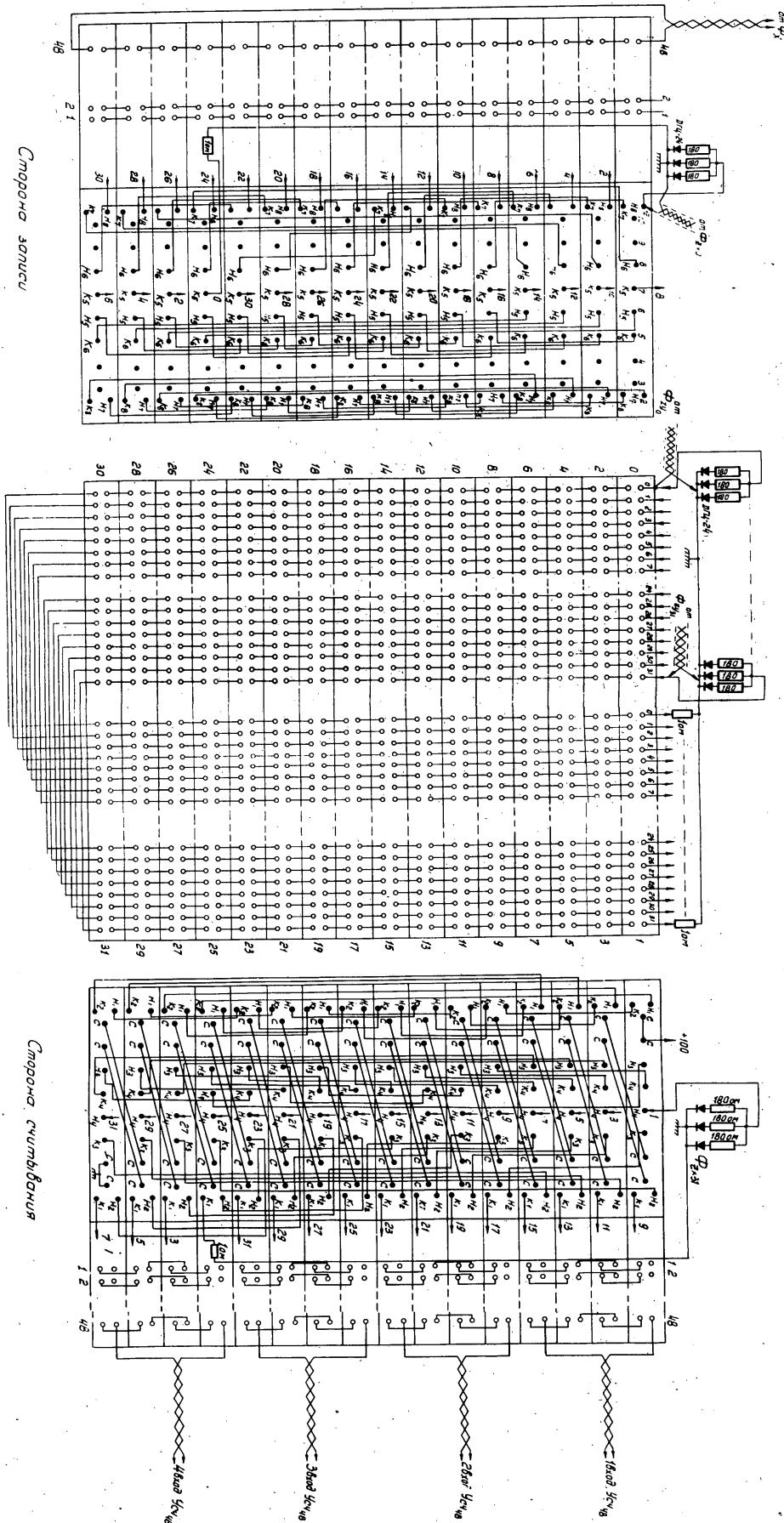


Рис. 12

монтажа этой части приведена на рис. 12. Можно видеть, что каждая кассета является законченным запоминающим устройством на 64 двоичных числа. Если необходимо иметь большую емкость запоминающего устройства, можно использовать несколько кассет. Так, магнитное запоминающее устройство машины БЭСМ

смонтировано из 16 кассет, что обеспечивает необходимую емкость - 1023 двоичных числа. Блок из 16 кассет установлен в специальную стойку и образует так называемый магнитный куб. Помимо кассет, на кубе размещены измерительные сопротивления для контроля токов, поступающих в координатную сетку, сопротивления и демпфирующие диоды в выходных трансформаторах формирователей  $\Phi_z$ , работающих на координатную сетку, и шаговый искатель, при помощи которого производится контроль токов, поступающих от формирователей записи  $\Phi_x$ .

Схема соединения кассет в кубе приведена на рис. 13. Все кассеты при помощи перемычек объединены параллельно со стороны обмоток записи. Входы координатных трансформаторов по направлению  $Y$  соединены последовательно. Для удобства монтажа куба начала и концы входных обмоток координатных трансформаторов у половины каждой кассеты выведены на лепестки гребенки перевернутыми относительно другой половины кассеты. Обмотки считывания в каждом разряде куба включены попарно навстречу друг другу. Это сделано для компенсации на считающей обмотке сигналов записи. Ввиду того, что выходная обмотка каждой кассеты индуктивно связана через запоминающие сердечники с обмоткой записи, в момент подачи на обмотку записи сигналов от формирователей  $\Phi_x$  эти сигналы поступают через трансформаторную связь на считающую обмотку и, следовательно, на вход усилителя считывания. Величина этих сигналов в десятки раз превышает амплитуду полезных сигналов и может привести к перегрузке усилителя считывания при записи и "забиванию" сеточных и анодных цепей ламп усилителя. Для предотвращения этого явления считающие обмотки двух соседних кассет соединяются встречно. При этом напряжения на этих обмотках, индуцируемые с обмоток записи, оказываются в противофазе и компенсируют друг друга в силу достаточной идентичности кассет. Поскольку в рассматриваемом запоминающем устройстве код "0" отличается от кода "1" при считывании по знаку выход-

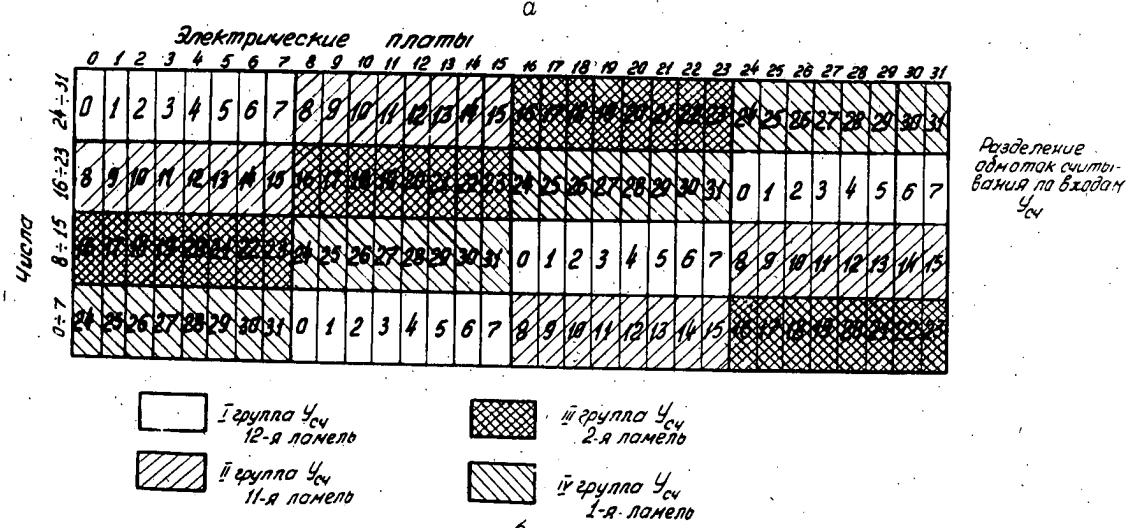


ногого напряжения, необходимо в половину кассет куба (в которой считающие обмотки перевернуты) осуществлять запись обратным кодом, т.е. вместо "1" записывать "0" и наоборот. Вследствие того, что кассеты, оперирующие с обратным кодом, заранее известны, в устройстве управления МОЗУ предусмотрена возможность производить запись обратным кодом в зависимости от кода адреса, определяющего номер кассеты, для которой требуется применение обратного кода.

Для уменьшения наводок на 1-ом каскаде усилителя считывания обмотка считывания в каждом разряде разбита на 4 группы, с выхода которых сигналы поступают на соответствующие входы усилителя. Монтаж входных цепей усилителя выполнен для уменьшения наводок бифилярным проводом, заключенным в экранирующую оплетку. Один из концов этого провода заземляется в одной точке на входе усилителя. Все 4 группы считающей обмотки объединяются на входах усилителя через диоды, что позволяет снизить общий уровень помех на усилителе, так как помехи после диодов не суммируются по абсолютной величине, а равны максимальной помехе одной из групп. Поскольку координатные трансформаторы при поступлении тока только по одной из координат выдают в свои числовые линейки ток помехи, эти токи индуцируют в считающую обмотку сигналы помехи. Величина этих сигналов зависит от кода, записанного в данном разряде, от величины тока, поступающего в числовую линейку от полувыбранного координатного трансформатора, и от количества полувыбранных трансформаторов, объединенных общим проводом считывания. В запоминающем устройстве ВЭСМ размер координатной сетки 32 x 32. Поэтому максимальное количество полувозбужденных координатных трансформаторов, действующих на обмотку считывания, равно 62. Ввиду того, что считающая обмотка в кубе разбита по направлению координаты Y на 4 группы, на каждую группу могут действовать 38 полувыбранных трансформаторов - 31 по направлению X и 7 по направлению Y. Для уменьшения общего количества полувыб-

ранных трансформаторов, действующих на каждую группу считывающей обмотки, необходимо разбить координатную сетку на группы по направлению координаты  $X$ . Для этого каждые 8 координатных трансформаторов в кассетах объединяются

ЧИСЛА								
	$0+7$	$8+15$	$16-23$	$24+31$	$0+7$	$8+15$	$16-23$	$24+31$
0	16	24	0	9	17	25	1	1
2	10	18	26	2	11	19	27	3
4	12	20	28	4	13	21	29	5
6	14	22	30	6	15	23	31	7
8	16	24	0	8	17	25	1	9
10	18	26	2	10	19	27	3	11
12	20	28	4	12	21	29	5	13
14	22	30	6	14	23	31	7	15
16	24	0	8	16	25	1	9	17
18	26	2	10	18	27	3	11	19
20	28	4	12	20	29	5	13	21
22	30	6	14	22	31	7	15	23
24	0	8	16	24	1	9	17	25
26	2	10	18	26	3	11	19	27
28	4	12	20	28	5	13	21	29
30	6	14	22	30	7	15	23	31
0	8	16	24	1	9	17	25	25
2	10	18	26	3	11	19	27	27
4	12	20	28	5	13	21	29	29
6	14	22	30	7	15	23	31	31



Puc. 14

няются по направлению X таким образом, как показано в таблице "а" на рис. 14. Так, например, нулевая плата фактически расположена в следующих "физических" платах: первые 8 чисел ( $0 \div 7$ ) в 24-й "физической" плате, вторые

8 ( $8 \div 15$ ) - в 16-й "физической" плате, третий ( $16 \div 23$ ) - в 8-й плате и, наконец, четвертые ( $24 \div 31$ ) в нулевой "физической" плате. Прошивка координатной части куба в направлении  $X$  по 4 кассеты со сдвигом позволяет распределить полувыбранные трансформаторы по направлению  $X$  по всем 4 группам считающей обмотки (табл. "б", рис. 14). Поскольку объединение на входе усилителя производится на диодах, максимальная помеха на входе усилителя от полувыбранных трансформаторов определяется возбуждением только 14 координатных трансформаторов, а не 62. Указанные меры снижения помех от координатных трансформаторов оказались весьма эффективными.

#### 4. БЛОК-СХЕМА МАГНИТНОГО ОПЕРАТИВНОГО ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Запоминающее устройство вычислительной машины БЭСМ выполнено по системе  $Z$  и имеет емкость 1023 39-разрядных двоичных числа. Цикл работы запоминающего устройства в соответствии с временной диаграммой машины составляет 10мксек. Блок-схема устройства показана на рис. 15. Как видно из схемы, МОЗУ состоит из следующих основных узлов: 1) регистра адреса, состоящего из двух одинаковых регистров  $PA_x$  и  $PA_y$ , 2) двух дешифраторов  $D_x$  и  $D_y$  на выходах регистров  $PA_x$  и  $PA_y$ , 3) регистра числа (РЧ), 4) запоминающего устройства на ферритовых сердечниках (магнитного куба) и 5) устройства управления.

Регистр адреса служит для приема с кодовых шин адреса кода, определяющего, к какому числу происходит обращение. В соответствии с емкостью запоминающего устройства регистр имеет десять входных адресных шин и, следовательно, регистры  $PA_x$  и  $PA_y$  имеют по 5 входных адресных шин. Блок регистра адреса выполнен на стандартных триггерах и вентилях.

Для удобства профилактического контроля запоминающего устройства предусмотрена возможность включать регистр адреса счетчиком, что позволяет поочередно проверять все числа запоминающего устройства. Включение регистра

счетчиком производится подачей положительного потенциала на входы вентиляй связи ( $V_{C4}$  на схеме рис.17) от переключателя на пульте управления МОЗУ.

Дешифраторы  $D_x$  и  $D_y$  предназначены для преобразования двоичного кода в напряжение на одной из выходных шин. Дешифраторы представляют собой коммутаторы, работающие по принципу закорачивания цепей, и выполнены на германиевых диодах ДГЦ-4 по одноступенной схеме. Каждый дешифратор имеет по 32 выходные шины. На выбранной шине дешифратора возникает потенциал 100в, а на невыбранных шинах – порядка +30в. Выходные цепи дешифраторов управляют формирователями  $\Phi_z$ , работающими на координатную сетку куба. В соответствии с кодом адреса дешифратор  $D_x$  определяет номер числа в магнитной кассете, а дешифратор  $D_y$  указывает номер половины кассеты, к кото-

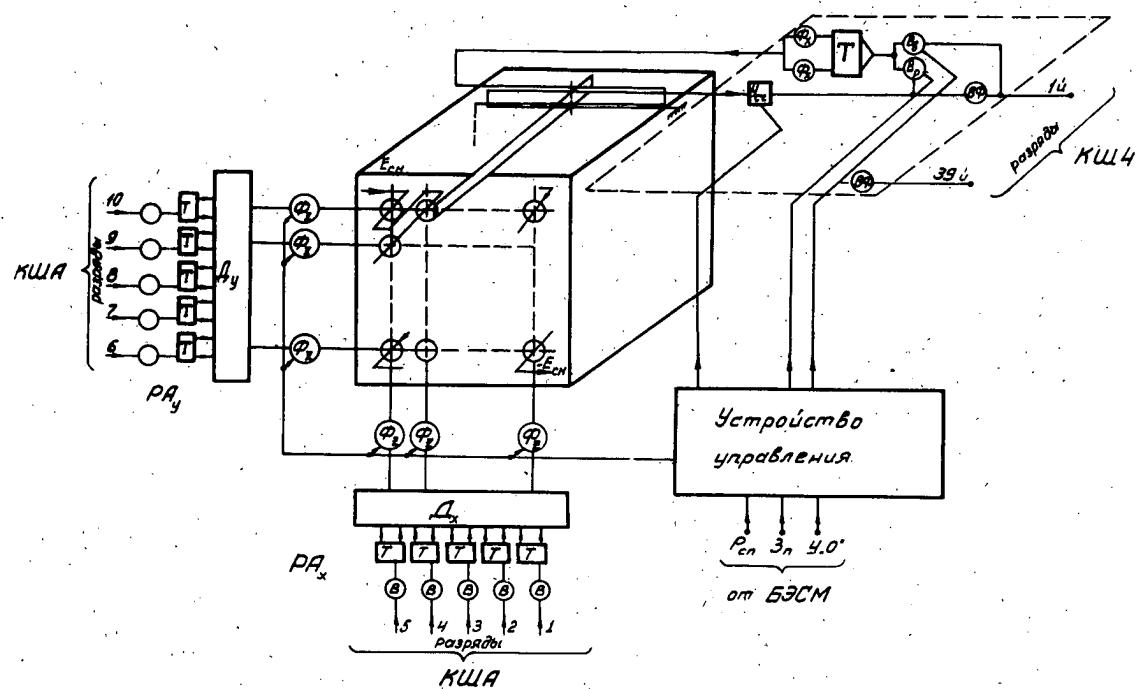


Рис. 15

рой происходит обращение. Вследствие того, что в кубе установлено 16 кассет, а дешифратор имеет 32 выхода, для удобства управления каждая кассета разбита на две половины.

Регистр числа (РЧ) служит для приема кода с коммутационных шин числа - (КШЧ) при записи кодов в МОЗУ и для осуществления регенерации при считывании. Блок регистра числа смонтирован на стандартных потенциальных триггерах, вентилях и формирователях. Он имеет 39 основных двоичных разрядов и 3 резервных разряда на случай выхода из строя основных разрядов.

Устройство управления обеспечивает формирование определенной последовательности импульсов, необходимых для осуществления записи, считывания и стирания информации в МОЗУ, как при работе МОЗУ совместно с БЭСМ по временной диаграмме машины, так и при автономной работе при наладке МОЗУ или при профилактическом контроле.

Для удобства осуществления автономной работы предусмотрен специальный пульт управления МОЗУ, состоящий из переключателей и мнемонической схемы на неоновых лампах; по последней можно проверять правильность работы триггеров запоминающего устройства и работу дешифраторов. Схема пульта управ-

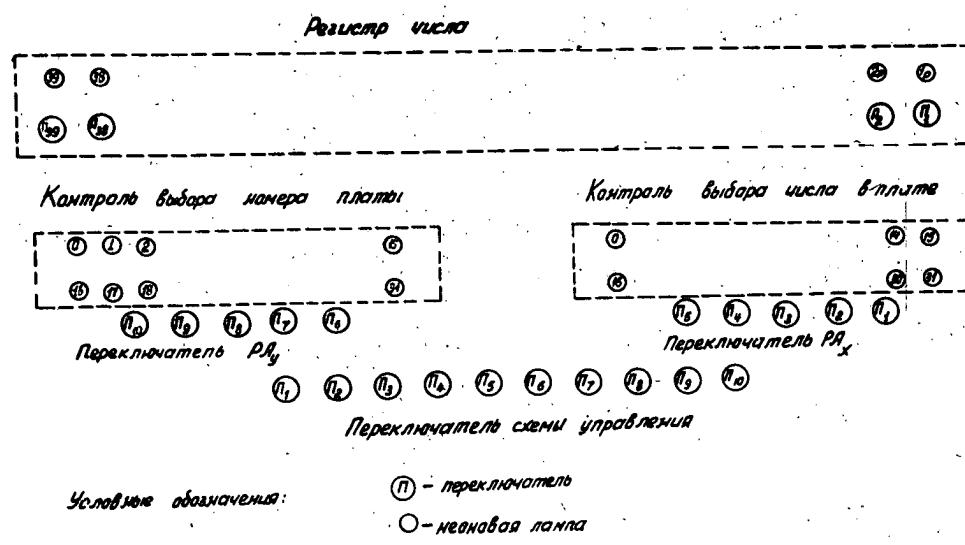


Рис. 16

ления показана на рис. 16. Установка триггеров в положение "1" от переключателей на пульте управления производится подачей постоянного потенциала на одну из сеток ламп триггера.

Назначение переключателей на пульте управления следующее:  $\Pi_1$  - включает триггеры регистра адреса на работу в режиме счетчика,  $\Pi_2$  - открывает ВФ<sub>у"1"</sub> и пропускает импульс У"1" на вход триггеров регистра числа,  $\Pi_3$  - открывает вентиль В<sub>10</sub> и пропускает импульс У"0" на вход триггеров регистра числа,  $\Pi_5$  - служит для включения на вход схемы управления импульса И<sub>р.сп</sub> при работе от БЭСМ или импульсов от вспомогательного генератора при автономной работе,  $\Pi_6$  - управляет триггером одиночной работы Т<sub>о.р</sub>,  $\Pi_7$  - управляет триггером записи. В положении переключателя "запись" Т<sub>зп</sub> устанавливается в положение кода "1" и принудительно удерживается в этом положении. В положении переключателя "регенерация" Т<sub>зп</sub> устанавливается в положение "0".  $\Pi_8$  открывает вентиль В<sub>9</sub> и пропускает импульс У"0" на вход триггеров регистра адреса,  $\Pi_{10}$  включает триггер автоматического контроля и  $\Pi_4$  и  $\Pi_9$  - свободны.

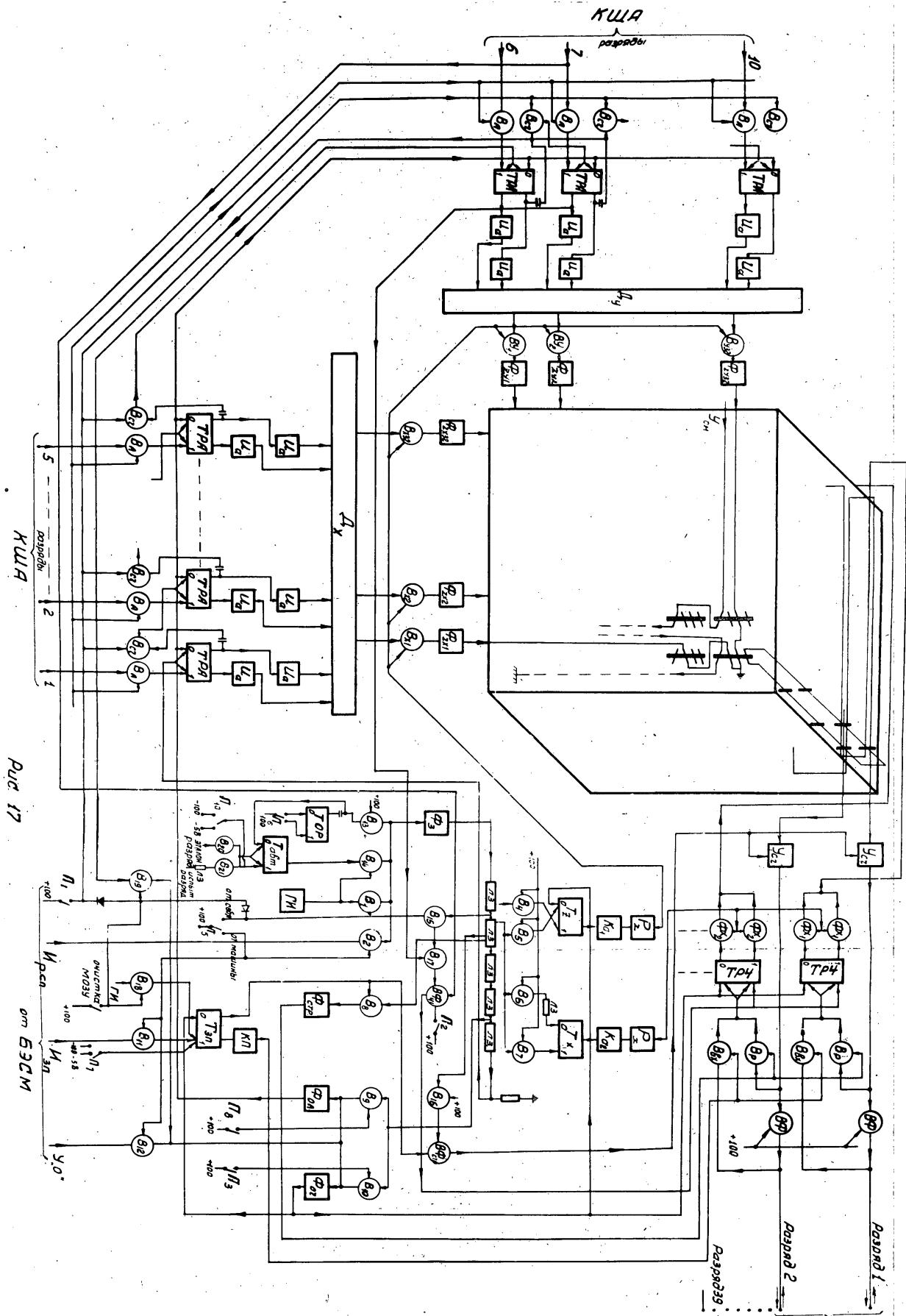
Номера блоков указаны на скелетной схеме МОЗУ (рис. 17), рассматриваемой в следующем разделе.

## 5. СКЕЛЕТНАЯ СХЕМА МОЗУ И ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА ЕГО РАБОТЫ

Рассмотрим назначение отдельных элементов схемы.

Связь МОЗУ с БЭСМ осуществляется посредством коммутационных шин адреса и числа, а также трех шин управления: И<sub>р.сп</sub>, И<sub>зп</sub> и У"0".

Перед началом обращения к МОЗУ импульс У"0" ставит все триггеры МОЗУ в положение "0". Обращение к запоминающему устройству начинается с прихода из центрального управления операциями БЭСМ импульса пуска, который по аналогии с пусковым импульсом для запоминающего устройства на магнитном барабане мы будем называть импульсом разрешения совпадения И<sub>р.сп</sub>. Импульс И<sub>р.сп</sub> приходит на вход блока Ф<sub>3</sub>, формирующего импульсы, идущие на линию задержки (ЛЗ). При автономной работе вместо импульсов И<sub>р.сп</sub> на вход линии задержки подаются импульсы ГИ от вспомогательного генератора. Линия задержки служит для создания определенной временной последовательности



импульсов, используемых в схеме управления запоминающим устройством. Блоки  $T_z$  и  $P_z$  формируют управляющие импульсы, подаваемые на входы вентиляй формирователей  $\Phi_z$ , выходные сигналы с которых поступают на сетку координатных трансформаторов. Блоки  $T_x$  и  $P_x$  выдают управляющие импульсы на вентиляи формирователей записи  $\Phi_x$ , сигналы с которых поступают на обмотку записи магнитных кассет запоминающего устройства. Триггер записи  $T_{зп}$  управляет записью и считыванием с МОЗУ. При записи, когда  $T_{зп}$  устанавливается импульсом записи в положение "1", высокий потенциал с выхода "1" этого триггера через катодный повторитель КП открывает входные вентиляи регистра числа и код с КШЧ поступает на РЧ; при считывании с МОЗУ, когда  $T_{зп}$  оказывается в положении "0", вентиль  $B_8$  открывается и пропускает импульс с линии задержки на вход формирователя  $\Phi_{строб}$ . Стробирующий импульс подается на вентиляи усилителей считывания и код проходит на триггеры РЧ.

Триггер одиночной работы ( $T_{0,p}$ ) предназначен для подачи одиночных пусковых импульсов при автономной работе МОЗУ.

Формирователи  $\Phi_{у"о"а}$  и  $\Phi_{у"о"ч}$  обеспечивают формирование импульсов У"0", которые поступают на все триггеры схемы МОЗУ. При работе совместно с БЭСМ на входы этих формирователей по управляющей шине подается импульс У"0" МОЗУ.

При автономной работе вентили  $B_9$  и  $B_{10}$  открываются потенциалами +100в через переключатели  $\Pi_8$  и  $\Pi_3$  и с линии задержки ЛЗ импульс У"0" поступает на входы  $\Phi_{у"о"а}$  и  $\Phi_{у"о"ч}$ .

Вентиль-формирователь  $B\Phi_{у"1"}$  служит для подачи импульса У"1" на единичный вход всех триггеров РЧ при обращении к кассетам, запись в которые производится обратным кодом. Вследствие того, что считающие обмотки двух соседних кассет куба всегда включены встречно, на всех кассетах имеющих нечетный номер по порядку расположения их в кубе, запись операции

производится обратным кодом. Номер кассеты определяется четырьмя старшими разрядами  $PA_y$ , поэтому единица в 7-ом разряде будет указывать на обращение к нечетной плате. Таким образом, наличие импульса на кодовой шине адреса в 7-ом разряде показывает, что обращение производится к кассете, оперирующей с обратным кодом. Поэтому импульс с 7-го разряда кодовой шины адреса подается на вход вентиля-формирователя ВФ и устанавливает все триггеры регистра числа в положение "1" при операциях с обратным кодом.

Рассмотрим осуществление записи и считывания на МОЗУ, используя временную диаграмму работы МОЗУ, показанную на рис. 18.

*Операция "запись".* При операции записи на МОЗУ из цепей управления БЭСМ одновременно приходят импульс  $I_{p.sp}$ , импульс записи  $I_{zp}$ , код адреса по КША и через время  $T=2,5\text{мксек}$  код числа, которое необходимо записать в МОЗУ.

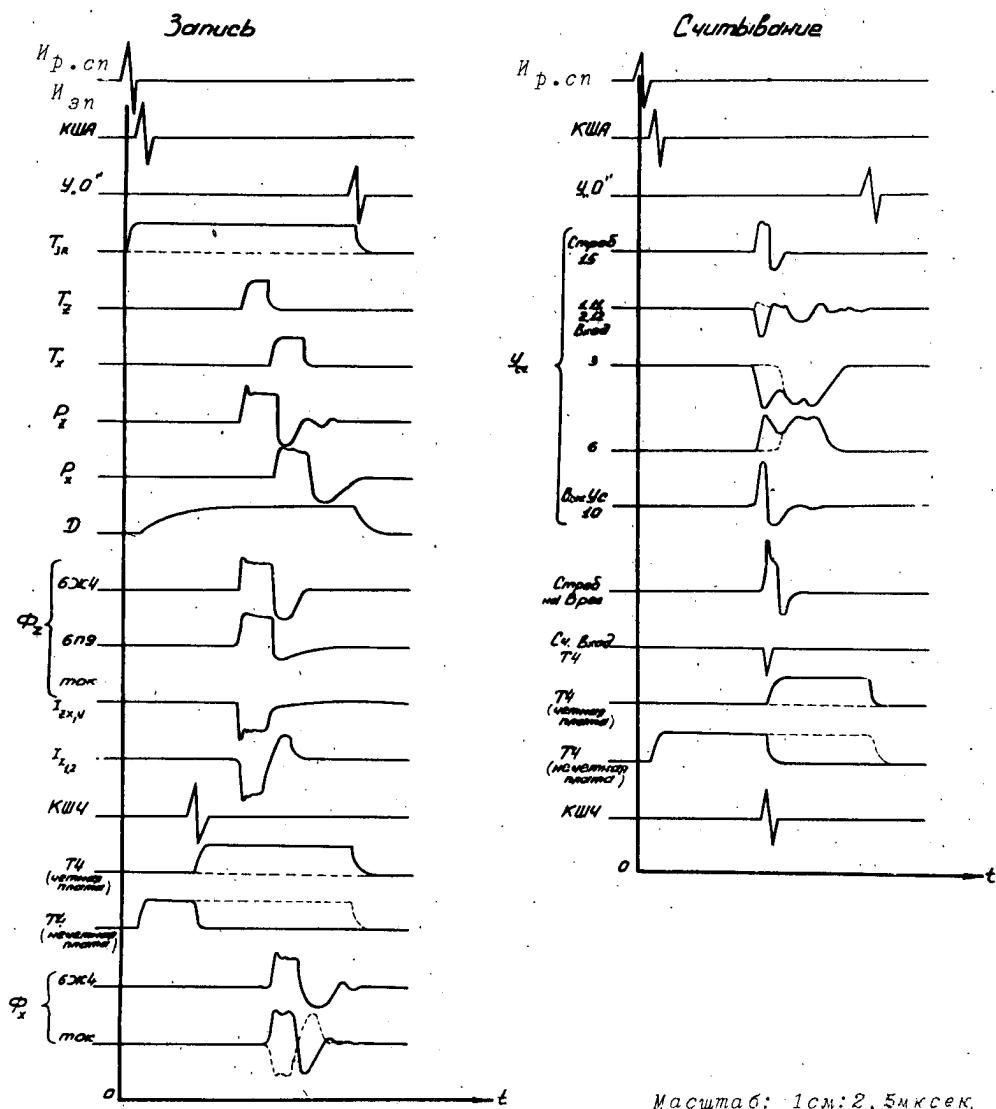
Код адреса с КША поступает на регистры  $PA_x$  и  $PA_y$  и оттуда на дешифраторы  $D_x$  и  $D_y$ . Через время срабатывания дешифраторов ( $\sim 2\text{мксек}$ ) высокие потенциалы на выбранных шинах  $D_x$  и  $D_y$  открывают входные вентили двух формирователей  $\Phi_{zx}$  и  $\Phi_{zy}$ , соответствующих поступившему коду адреса.

Импульс  $I_{zp}$  устанавливает триггер  $T_{zp}$  в положение "1" и высокий потенциал с его выхода через катодный повторитель КП открывает входные вентили регистра числа для приема кода с КШЧ. Кроме этого, триггер  $T_{zp}$  блокирует цепь формирователя стробирующего сигнала.

Когда запись производится прямым кодом, триггеры РЧ установлены импульсом У"0" МОЗУ в положение кода "0" до прихода в МОЗУ кода адреса. Поэтому поступающий на счетные входы триггеров РЧ код числа устанавливает положение кода "1" триггеры тех разрядов, в которые необходимо записать "1". В остальных разрядах триггеры РЧ остаются в положении кода "0". Высокие потенциалы с выходов триггеров РЧ открывают вентили формирователей  $\Phi_x$ .

Импульс  $I_{p.sp}$  поступает на ЛЗ и через 4мксек устанавливает  $T_z$  в положение

жение "1". Через 5мкsec импульс с отвода линии задержки сбрасывает триггер в положение кода "0" и тем самым формирует импульс длительностью 1мкsec, необходимый для срабатывания формирователей  $\Phi_Z$ .



Масштаб: 1 см: 2, 5мкsec.

Рис. 18

Аналогично триггеру  $T_z$  через время  $t = 5$  мкsec срабатывает триггер  $T_x$ , формирующий импульсы длительностью 1,2мкsec для работы формирователей  $\Phi_x$ .

Импульсы с  $T_z$  через усилитель мощности  $P_z$  подаются на вторые входы

всех вентилях блоков  $\Phi_z$ . Вентили блоков  $\Phi_z$ , выбранные дешифраторами  $D_x$  и  $D_y$  по первым входам, пропускают импульс длительностью 1мкsec в следующие каскады блоков  $\Phi_z$  и в координатную сетку поступают токи выборки  $I_{zx}$  и  $I_{zy}$ . Выбранный таким образом координатный трансформатор выдает в свою числовую линейку токи  $I_{z_1}$  и  $I_{z_2}$ . Полуволна  $I_{z_1}$  производит считывание или очистку всего числа, но так как  $T_{3p}$  блокирует вентили усилителей считывания, сигнал считывания не проходит в цепь регенерации кода и не выдается на КШЧ. Через 5мкsec после начала обращения к МОЗУ с формирователем  $\Phi_x$  в обмотку записи поступает ток записи  $I_x$  длительностью 1,2мкsec. Вместе с полуволной  $I_{z_2}$  ток  $I_x$  производит запись нового кода в запоминающие сердечники.

При записи обратным кодом работа МОЗУ производится аналогично предыдущему случаю с той лишь разницей, что в момент подачи кода по КША импульс с 7-го разряда КША поступает в цепь У"1" всех триггеров РЧ. Ввиду того, что код с КШЧ поступает на счетные входы триггеров регистра числа в тех разрядах, где необходимо записать код "1", импульс с КШЧ установит триггеры в положение "0", а в тех разрядах, где необходимо записать "0", триггеры регистра числа останутся в положении "1". Таким образом произойдет обращение кода числа из прямого кода в обратный.

*Операция "считывания".* При считывании выборка чисел, к которым происходит обращение, производится таким же образом, как и при записи. Но в этом случае импульс  $I_{3p}$  из цепей управления БЭСМ не приходит и  $T_{3p}$  остается в положении кода "0". При этом вентиль  $B_8$  оказывается открытым и вентили усилителей получают стробирующие сигналы от Фстроб.

Возникающие от действия полуволны  $I_{z_1}$  на обмотке считывания сигналы приходят на вход усилителей считывания. Пройдя через усилитель, сигналы кода "1" поступают на вентили-формирователи ВФ и выдаются на коммутационные шины числа. Таким образом, через 4,5мкsec после начала обращения к МОЗУ происходит выдача в БЭСМ, хранящегося в МОЗУ кода.

*Работа цепи регенерации кода.* Как известно, после считывания хранящийся в МОЗУ код разрушается, поэтому необходимо произвести восстановление

считанного кода. Для этой цели существует цепь регенерации, проходя по которой импульсы с усилителем считывания используются для восстановления

Ф <sub>z</sub> платы (четные Ф <sub>zX</sub> )		№ числовой Ф <sub>zY</sub>		Ф <sub>z</sub> платы (нечетные Ф <sub>zX</sub> )		Р <sub>X</sub>	Ф <sub>z</sub> платы (четные Ф <sub>zX</sub> )										Р <sub>Y</sub>	Ф <sub>z</sub> платы (нечетные Ф <sub>zX</sub> )																
0	2	0	1	2	3	1	3	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>						
4	6	4	5	6	7	5	7							D	U <sub>11</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>13</sub>	U <sub>14</sub>	U <sub>15</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>41</sub>	ВФ <sub>11</sub>											
8	10	8	9	10	11	9	11							D	U <sub>21</sub>	U <sub>22</sub>	U <sub>23</sub>	U <sub>24</sub>	U <sub>25</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>45</sub>	ВФ <sub>05</sub>											
12	14	12	13	14	15	13	15								U <sub>31</sub>	U <sub>32</sub>	U <sub>33</sub>	U <sub>34</sub>	U <sub>35</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>43</sub>	ВФ <sub>03</sub>											
16	18	16	17	18	19	17	19													Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>46</sub>	ВФ <sub>06</sub>											
20	22	20	21	22	23	21	23							D	K <sub>11</sub>	K <sub>12</sub>	K <sub>13</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>15</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>40</sub>	ВФ <sub>00</sub>											
24	26	24	25	26	27	25	27							D	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>14</sub>	B <sub>15</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>49</sub>	ВФ <sub>09</sub>											
28	30	28	29	30	31	29	31								B <sub>13</sub>	Ф <sub>11</sub>	Ф <sub>12</sub>	Ф <sub>13</sub>	Ф <sub>14</sub>	Ф <sub>15</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>415</sub>	ВФ <sub>15</sub>										
N7								У <sub>11</sub>	У <sub>12</sub>	У <sub>13</sub>	У <sub>14</sub>	У <sub>15</sub>	У <sub>16</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>410</sub>	ВФ <sub>10</sub>		
N3								У <sub>21</sub>	У <sub>22</sub>	У <sub>23</sub>	У <sub>24</sub>	У <sub>25</sub>	У <sub>26</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>418</sub>	ВФ <sub>18</sub>		
N4								У <sub>31</sub>	У <sub>32</sub>	У <sub>33</sub>	У <sub>34</sub>	У <sub>35</sub>	У <sub>36</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>420</sub>	ВФ <sub>20</sub>		
N5								У <sub>41</sub>	У <sub>42</sub>	У <sub>43</sub>	У <sub>44</sub>	У <sub>45</sub>	У <sub>46</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>422</sub>	ВФ <sub>22</sub>		
N6								У <sub>51</sub>	У <sub>52</sub>	У <sub>53</sub>	У <sub>54</sub>	У <sub>55</sub>	У <sub>56</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>424</sub>	ВФ <sub>24</sub>		
N7								У <sub>61</sub>	У <sub>62</sub>	У <sub>63</sub>	У <sub>64</sub>	У <sub>65</sub>	У <sub>66</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>426</sub>	ВФ <sub>26</sub>		
N8								У <sub>71</sub>	У <sub>72</sub>	У <sub>73</sub>	У <sub>74</sub>	У <sub>75</sub>	У <sub>76</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>428</sub>	ВФ <sub>28</sub>		
N9								У <sub>81</sub>	У <sub>82</sub>	У <sub>83</sub>	У <sub>84</sub>	У <sub>85</sub>	У <sub>86</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>430</sub>	ВФ <sub>30</sub>		
N10								У <sub>91</sub>	У <sub>92</sub>	У <sub>93</sub>	У <sub>94</sub>	У <sub>95</sub>	У <sub>96</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>432</sub>	ВФ <sub>32</sub>		
N11								У <sub>101</sub>	У <sub>102</sub>	У <sub>103</sub>	У <sub>104</sub>	У <sub>105</sub>	У <sub>106</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>434</sub>	ВФ <sub>34</sub>		
N12								У <sub>111</sub>	У <sub>112</sub>	У <sub>113</sub>	У <sub>114</sub>	У <sub>115</sub>	У <sub>116</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>436</sub>	ВФ <sub>36</sub>		
N13								У <sub>121</sub>	У <sub>122</sub>	У <sub>123</sub>	У <sub>124</sub>	У <sub>125</sub>	У <sub>126</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>438</sub>	ВФ <sub>38</sub>		
N14								У <sub>131</sub>	У <sub>132</sub>	У <sub>133</sub>	У <sub>134</sub>	У <sub>135</sub>	У <sub>136</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>440</sub>	ВФ <sub>40</sub>		
N15								У <sub>141</sub>	У <sub>142</sub>	У <sub>143</sub>	У <sub>144</sub>	У <sub>145</sub>	У <sub>146</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>442</sub>	ВФ <sub>42</sub>		
N16								У <sub>151</sub>	У <sub>152</sub>	У <sub>153</sub>	У <sub>154</sub>	У <sub>155</sub>	У <sub>156</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>444</sub>	ВФ <sub>44</sub>		
N17								У <sub>161</sub>	У <sub>162</sub>	У <sub>163</sub>	У <sub>164</sub>	У <sub>165</sub>	У <sub>166</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>446</sub>	ВФ <sub>46</sub>		
N18								У <sub>171</sub>	У <sub>172</sub>	У <sub>173</sub>	У <sub>174</sub>	У <sub>175</sub>	У <sub>176</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>448</sub>	ВФ <sub>48</sub>		
N19								У <sub>181</sub>	У <sub>182</sub>	У <sub>183</sub>	У <sub>184</sub>	У <sub>185</sub>	У <sub>186</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>450</sub>	ВФ <sub>50</sub>		
N20								У <sub>191</sub>	У <sub>192</sub>	У <sub>193</sub>	У <sub>194</sub>	У <sub>195</sub>	У <sub>196</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>452</sub>	ВФ <sub>52</sub>		
N21								У <sub>201</sub>	У <sub>202</sub>	У <sub>203</sub>	У <sub>204</sub>	У <sub>205</sub>	У <sub>206</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>454</sub>	ВФ <sub>54</sub>		
N22								У <sub>211</sub>	У <sub>212</sub>	У <sub>213</sub>	У <sub>214</sub>	У <sub>215</sub>	У <sub>216</sub>		Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	Ф <sub>z,r</sub>	Ф <sub>z,o</sub>	T <sub>456</sub>	ВФ <sub>56</sub>		
N23								У <sub>221</sub>	У <sub>222</sub>	У <sub>223</sub>	У <sub>224</sub>																							

Puc. 19

считанного кода. Код с усилителями считывания проходит через вентили регенерации  $V_p$ , стробируемые импульсом от блока  $V_{\Phi\text{строб}}$ , на счетный вход

триггеров регистра числа. При обращении к кассетам, запись в которые ведется прямым кодом, триггеры РЧ стоят в положении кода "0". Сигналы считывания "1" после усилителя и вентиля регенерации ставят в положение кода "1" триггеры соответствующих разрядов РЧ. Триггер РЧ воздействует на формирователи записи  $\Phi_x$  и в запоминающие сердечники производится запись. При обращении к кассетам, запись в которые производится обратным кодом, триггеры РЧ предварительно устанавливаются в соответствии с кодом адреса в положение кода "1", как это уже было показано.

Считанный прямой код с этих кассет выдается на КПЧ и поступает через цепь регенерации на РЧ. На РЧ производится обращение кода и происходит запись обратным кодом в запоминающее устройство.

Схема расположения электронных блоков на стойке МОЗУ приведена на рис. 19. Как видно из этого рисунка, платы 6 и 7 заполнены 64 формирователями  $\Phi_z$ . На платах 1,2,3,4,5 в правых половинах смонтирован регистр числа вместе с входными вентилями и выходными формирователями. Регистр адреса расположен на плате 1. Усилители считывания размещены на платах 3, 4. Схема управления МОЗУ смонтирована на платах 2 и 3.

## 6. ЭЛЕКТРОННЫЕ БЛОКИ МОЗУ

МОЗУ построено на стандартных электронных блоках, разработанных для машины БЭСМ, а также на нескольких специальных блоках, применяемых только в МОЗУ.

### Стандартные электронные блоки

*Потенциальный триггер ( $T_P$ ).* - Подробное описание этого блока приведено в опубликованных ранее выпусках описания машины БЭСМ. Поэтому здесь мы рассмотрим только схему триггера (рис. 20).

В отличие от схемы триггера, применяемого в арифметическом устройстве машины БЭСМ, триггер МОЗУ выполнен на лампах 6Н1П вместо ламп 6Н8С и на

германиевых входных диодах ДГЦ-4 вместо диодов 6Х6С. Точно так же сопротивления типа ВС, использованные в старой конструкции блока, заменены на

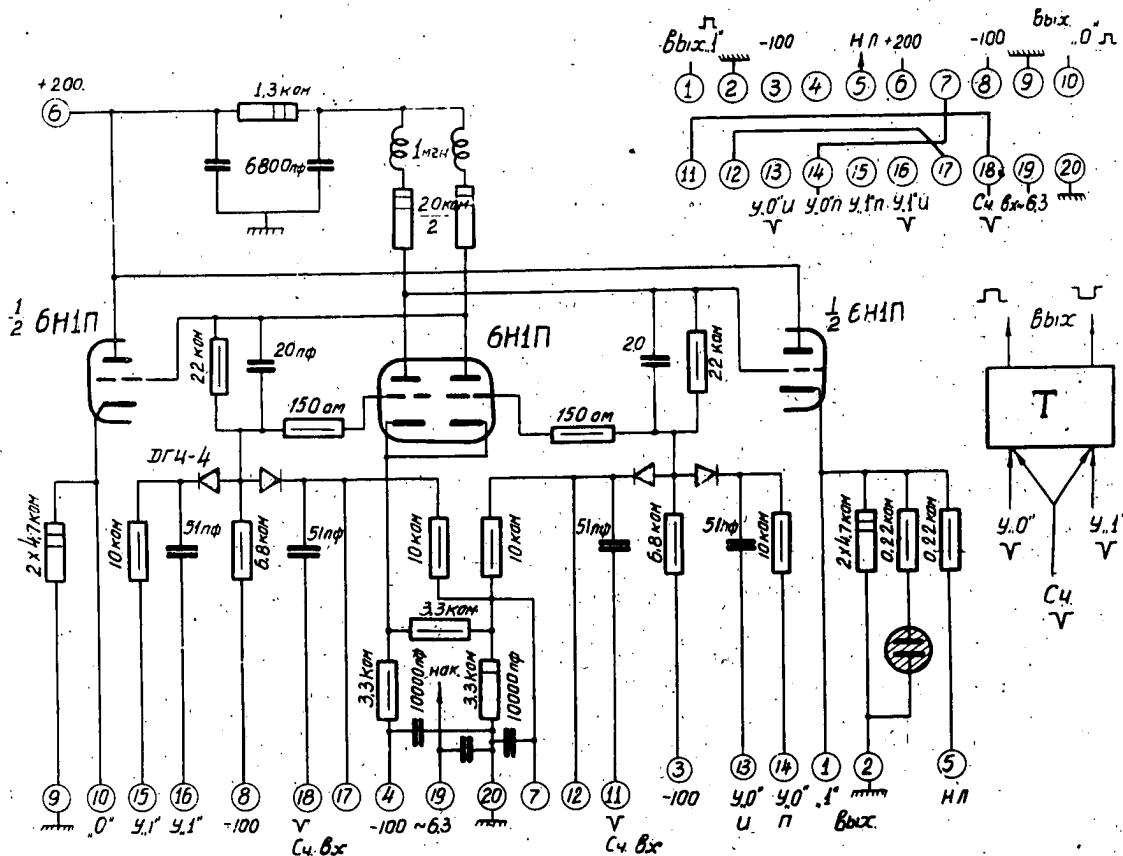


Рис. 20

сопротивления типа МЛТ. Это позволило уменьшить габариты блока и выполнить его на стандартном двухламповом каркасе. При этом параметры и режим работы блока остались такими же, как и у триггера старой конструкции.

**Вентиль (В).** – Схема блока В (рис. 21) представляет собой потенциально-импульсную схему совпадения на лампах 6Ж4. В анодах ламп установлены импульсные трансформаторы. Подробное описание этого блока дано в опубликованных ранее выпусках по машине БЭСМ.

**Потенциальный инвертор ( $I_a$ ).** – Усилитель мощности с потенциальной связью. Применяется в основном в целях управления диодными дешифраторами. Схема блока  $I_a$  приведена на рис. 22.

**Катодный повторитель  $K_a$ .** – Мощный катодный повторитель на лампе 6П3С.

Применяется на выходе триггеров в цепях управления, если нагрузкой триггера является большое количество вентилей. Схема блока приведена на рис.23 .

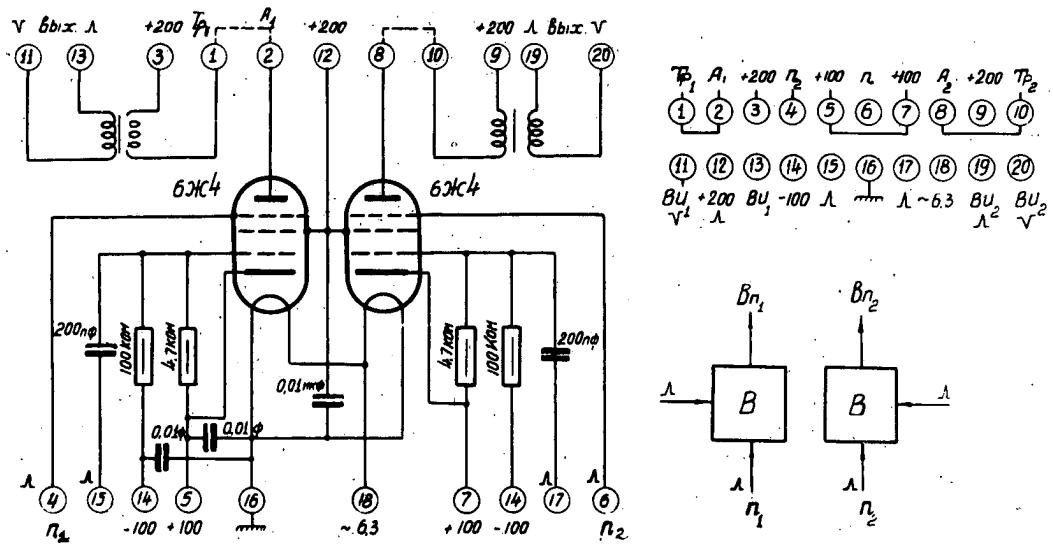


Рис. 21

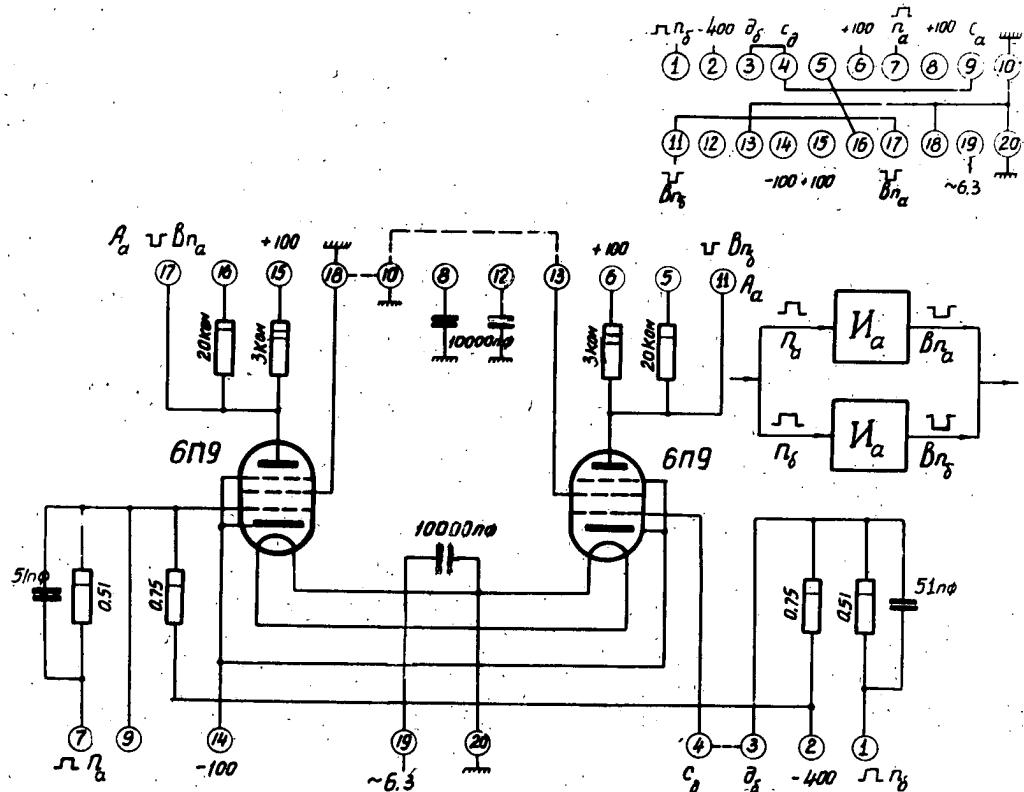
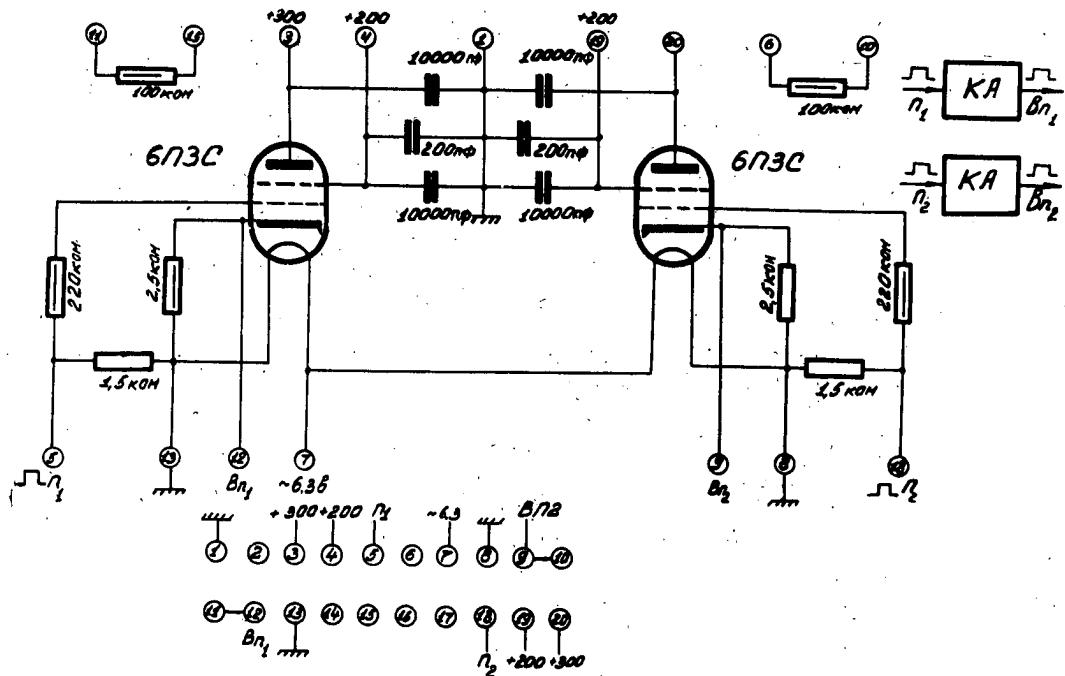
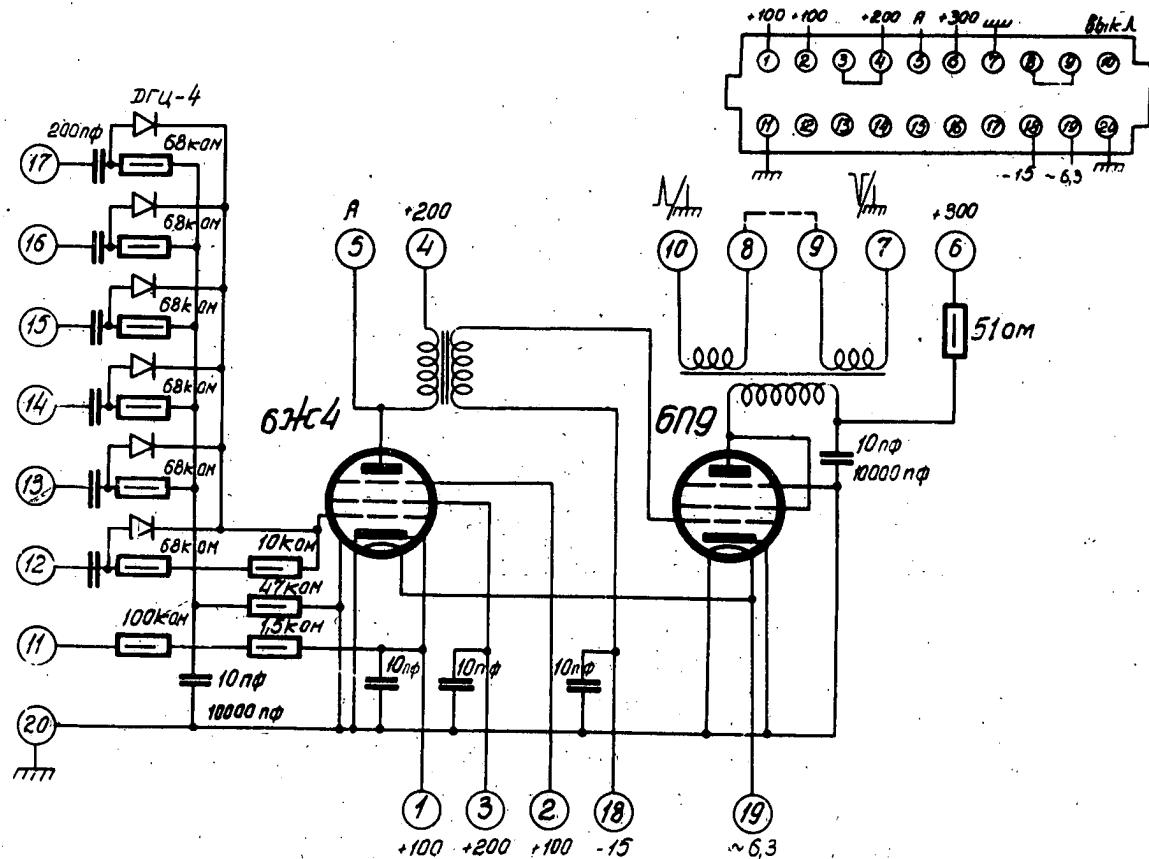


Рис. 22

**Вентиль-формирователь (ВФ).** – Блок-формирователь содержит вентиль на лампе 6Ж4 и усилитель мощности на лампе 6П9. На входе блока имеется цепь



Puc. 23



Puc. 24

объединения на диодах. Напряжение импульса, поступающего на вход блока, должно быть не менее 5в. В этом случае с выхода блока получается импульс амплитудой 30  $\div$  35в на сопротивлении нагрузки 100ом. Схема блока показана на рис. 24. Блок обладает формирующими свойствами. Выходной импульс имеет длительность 0,4  $\div$  0,5мксек.

### Специальные электронные блоки МОЗУ

**Формирователь ( $\Phi_Z$ ).** - Формирователь  $\Phi_Z$  служит для подачи импульсов тока в координатную сетку. Блок состоит из вентиля на лампе 6Ж4, каскада предварительного усиления по мощности на лампе 6П9 и выходного усилителя мощности на сдвоенных лампах 6П3С. Схема блока представлена на рис. 25. Вентиль работает от диодного дешифратора коммутатора адреса. На управляющую сетку лампы 6Ж4 через делитель напряжения, состоящий из сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ , поступает потенциал с дешифратора. Если шина дешифратора оказывается выбранной, на вход вентиля подается потенциал 100в. При этом лампа открывается по первой сетке. Когда шина дешифратора не выбрана, на первую сетку поступает потенциал 30в, которого недостаточно для отпирания лампы. На второй вход вентиля подается импульс напряжения амплитудой 100в от специального блока Р<sub>z</sub> схемы управления МОЗУ. При совпадении этих двух сигналов лампа вентиля открывается и с выходного трансформатора вентиля выдается импульс на сетку лампы 6П9. Импульсный трансформатор в аноде вентиля должен пропускать импульсы длительностью до 2мксек, хорошо передавать передний фронт импульса и быстро восстанавливаться после окончания импульса. С этой целью трансформатор выполнен на ферrite с прямоугольной петлей гистерезиса марки К-65. Через обмотку смещения производится подмагничивание трансформатора в сторону, противоположную действующим ампервиткам, подобно смещению в координатных трансформаторах. Такой режим работы трансформатора позволяет получить быстрое восстановление трансформатора после окончания импульса, так как в этом случае возвращение сердечника в рабо-

чую точку осуществляется принудительно под действием ампервитков смещения. Ввиду того, что магнитная проницаемость феррита в области наибольшей крутизны петли гистерезиса оказывается достаточно высокой для получения по-

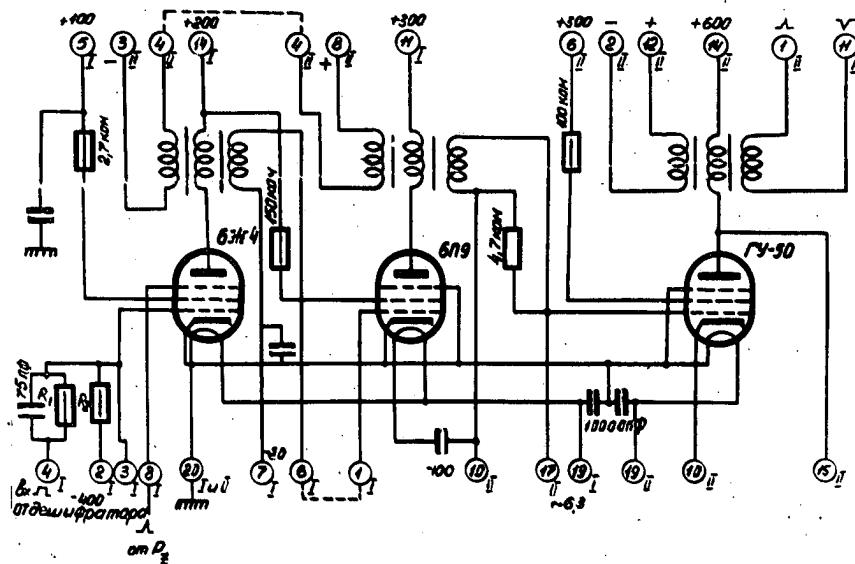


Рис. 25

стоянной времени, необходимой для передачи трансформатором импульса длительностью 2мкsec, не требуется большего количества витков или объема сердечника. Благодаря этому индуктивность рассеяния получается небольшой и импульсный трансформатор передает фронт импульса хорошо. Данные трансформатора:  $w_1 = 100$  витков,  $w_2 = 50$  витков,  $w_{\text{см}} = 1$  виток. Размеры сердечника: внешний диаметр 7мм; внутренний 4мм и высота 10мм.

Обмотки  $w_1$  и  $w_2$  намотаны проводом ПЭЛШО диаметром 0,1мм. Обмотка смещения выполнена из провода МГШВ 0,5, ток смещения 0,7а.

Осциллограмма импульса на сетке лампы 6П9 показана на рис. 26. Амплитуда импульса 258.

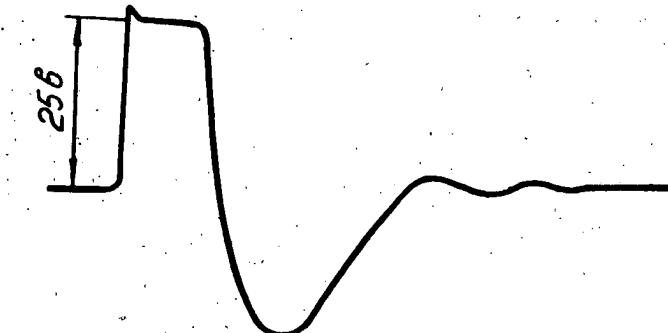
Каскад предварительного усиления выполнен на лампе 6П9 с трансформаторным выходом. Аналогично вентильному трансформатору, трансформатор в

анодной цепи 6П9 работает с постоянным смещением. Каскад работает на сетку выходного усилителя мощности. Данные трансформатора:  $w_2 = w_1 =$

= 100 витков, обмотка сме-

щения 2 витка. Размер сер-  
дечника: внешний диаметр 10мм,  
внутренний 6мм и высота 10мм.

Сердечник выполнен из магнит-  
ного материала К-65. Осиолло-  
грамммы импульса на сетке вы-  
ходного каскада показаны на  
рис. 27. Амплитуда импульса  
180e. Для демпфирования коле-  
баний трансформатор нагружен



Выход 6Ж4  
на сетке 6П9  
 $\Phi_z$  и  $\Phi_x$

Рис. 26

на сопротивление 4,7ком. Усилитель мощности на лампах 6П3 предназначен для возбуждения координатной сетки. Импульсы токов выборки, подаваемые на координатную сетку, должны иметь: амплитуду 1,5a, длительность переднего фронта не более 0,15мсек и длительность в основании ~ 1,2мсек. Амплитуда напряжения, подаваемая на координатную сетку, должна составлять ~150-180e. Этот каскад имеет трансформаторный выход. Данные трансформатора следующие:

$w_1 = 19$  витков, провод ПЭЛШО

0,27,  $w_2 = 6$  витков, провод

ПЭВ-2 0,45,  $w_{cm} = 3$  витка,

провод МШВ 0,5.

Ток смещения в трансформаторе 1,5a. Сердечник трансформатора набран из 7 колец из феррита марки К-65 размером: внешний диаметр 10мм, внутренний

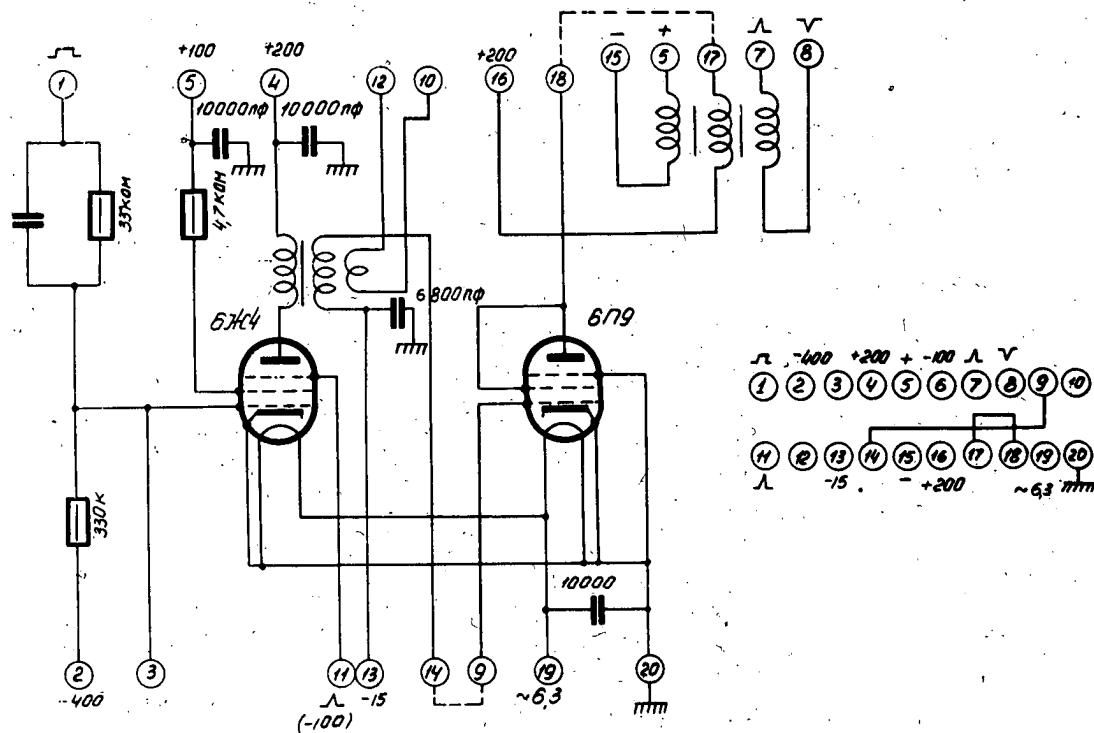


На сетке выход-  
ного каскада бло-  
ка  $\Phi_z$ .

Рис. 27

6мм и высота каждого кольца 5мм.

Параллельно выходной обмотке трансформатора включены демпфирующие диоды ДГЦ-24 и сопротивления, как показано на схеме (рис. 13) пунктиром. На-



Puc. 28

значение этих диодов несколько затягивать задний фронт импульсов тока, по-  
даваемых в координатную сетку. При этом длительность полуволны тока  $I_{z_2}$ ,  
поступающего в числовую линейку, возрастает и запись информации в запоми-  
нающие сердечники оказывается лучше. Монтаж токовых цепей в кубе, в том  
числе и выходные провода с формирователя  $\Phi_z$ , осуществлен бифилярным эк-  
ранированным кабелем, чтобы уменьшить уровень наводок на считающие об-  
мотки и на общую земляную шину. Первоначально выходной каскад формиро-  
вателя  $\Phi_z$  был выполнен на лампе ГУ-50. Но в процессе опытной эксплуатации  
запоминающего устройства было установлено, что срок службы ламп ГУ-50,  
как правило, не превышает 500 час., что является причиной частой смены

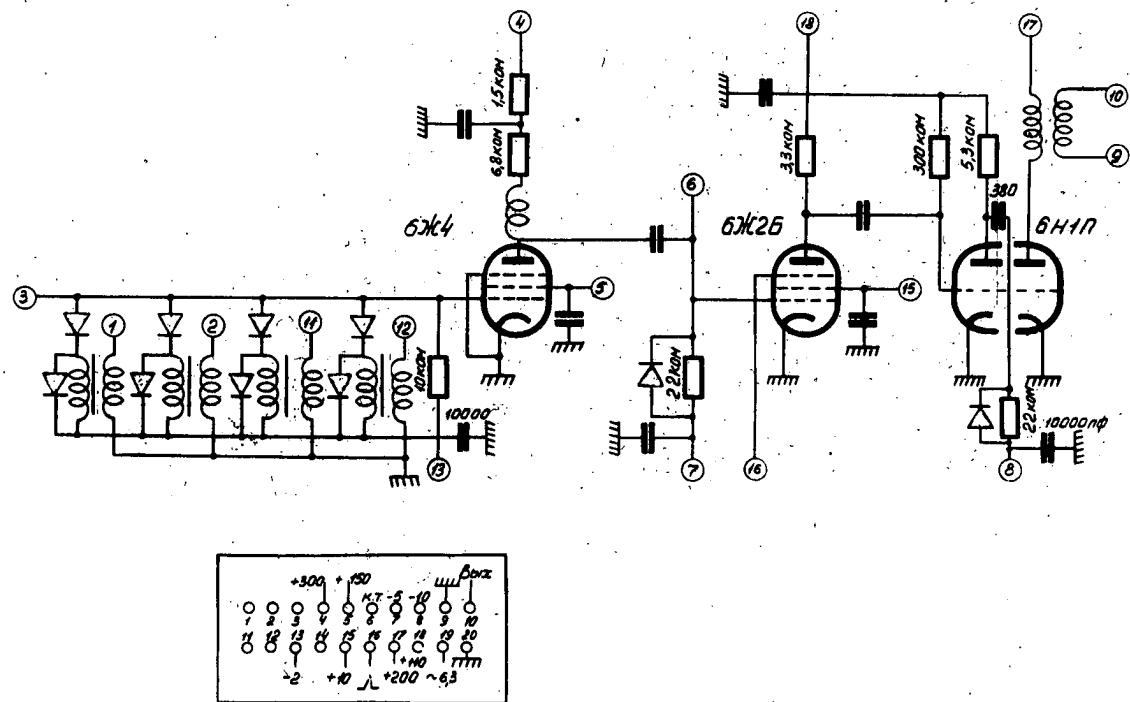
блоков  $\Phi_z$ . Переход на лампы 6П3 позволил производить замену блоков  $\Phi_z$  значительно реже.

**Формирователь ( $\Phi_x$ )**. Формирователь  $\Phi_x$  предназначен для подачи в обмотку записи двуполярных импульсов тока  $I_x$ . Схема блока показана на рис. 28. Первый каскад блока выполнен аналогично первому каскаду формирователя  $\Phi_z$  на лампе 6Ж4. Вентиль, который стоит на входе  $\Phi_x$ , управляется по первой сетке от триггера числа, как это видно из схемы цепи регенерации, представленной на рис. 17. На второй вход этого вентиля подается импульс от специального блока  $P_x$  в цепи управления МОЗУ. Выходной каскад формирователя выполнен на лампе 6П9 с трансформаторным выходом. Трансформатор в анодной цепи лампы работает с постоянным смещением. Данные трансформатора: обмотка  $w_1$  состоит из 90 витков, обмотка  $w_2$  из 15 витков и обмотка смещения  $w_{\text{см}}$  из 2 витков. Сердечник трансформатора состоит из двух колец размером: внешний диаметр 10мм, внутренний 6мм и толщина кольца 5мм. Сердечник выполнен из материала К-65; ток смещения 2а.

Обмотки  $w_2$  двух блоков  $\Phi_x$ , стоящих в одном разряде, соединяются последовательно и образуют двухтактный выход для записи кодов "1" и "0". Последовательно с обмоткой записи для лучшего формирования тока включено сопротивление 100ом. Осциллограммы работы блока  $\Phi_x$  представлены на рис. 10, б.

**Усилитель считывания.** - Усилитель считывания предназначен для съема сигналов с магнитных кассет. Схема блока показана на рис. 29. На входе усилителя сигналы с каждой группы обмотки считывания объединяются через диоды, стоящие после входных трансформаторов. Входные трансформаторы имеют коэффициент трансформации, равный 5. После трансформаторов сигналы имеют амплитуду, достаточную для нормальной работы диодов, т.е. порядка 0,5в. Выходные обмотки трансформаторов шунтированы диодами для демпфирования колебаний. Первый каскад усилителя выполнен на лампе 6ЖЧ, работающей в классе А. Коэффициент усиления этого каскада равен приблизительно 30. Второй каскад усилителя является вентилем на лампе 6Ж2Б. Этот кас-

кад служит для отделения полезного сигнала от помех, образующихся при записи, а также для блокирования цепей считывания при записи нового кода в данный разряд. Режим работы вентиля выбран таким, чтобы иметь большой запас по амплитуде сигналов, поступающих на первую сетку вентиля, для надежной работы блока. Для этого напряжение на экранную сетьку каскада подается небольшим ( $15 \pm 20\text{в}$ ), благодаря чему напряжение отсечки по первой сетке лампы составляет  $\sim 1,5 \pm 2\text{в}$ . Отрицательное смещение на первую сетку вентиля подается с делителя напряжения, общего для всех усилителей. При профилактической проверке МОЗУ это смещение изменяется и определяются грани-



Puc. 29

цы устойчивой работы усилителей. На третью сетку вентиля подается стробирующий сигнал амплитудой 20в. Третий каскад усилителя собран на половине лампы 6Н1П и является обычным реостатным усилителем. Для лучшей фиксации рабочей точки каскада и для подавления небольших помех, появляющихся после вентиля при подаче на его третью сетку стробирующего импульса,

сопротивление в цепи сетки каскада соединено с плюсом источника питания. Выходной каскад усилителя собран на второй половине лампы 6Н1П с трансформаторным выходом. В качестве выходного трансформатора в анодной цепи этого каскада используется стандартный импульсный трансформатор типа В. Этот трансформатор имеет следующие витковые данные: первичная обмотка - 200 витков, вторичная обмотка - 100 витков. Сердечник трансформатора выполнен из стали ХВП толщиной 0,08мм. Входной трансформатор усилителя имеет в первичной обмотке 20 витков, а в выходной 100 витков и собран на двух кольцах из оксифера (М 2000) размером: внешний диаметр 7мм, внутренний 4мм и толщина 2мм. Осциллограммы работы усилителя представлены на рис. 30.

Помимо специальных блоков МОЗУ, необходимых для нормальной работы, на

стойке МОЗУ для целей контроля и автономной работы используются блоки: генератор импульсов ( $\Gamma_i$ ) и генератор развертки. Назначение блока  $\Gamma_i$  выдавать пусковые импульсы при автономной работе и синхронизировать работу управления МОЗУ. Блок выполнен в виде блокинг-генератора и имеет частоту работы порядка 50кц. Ге-

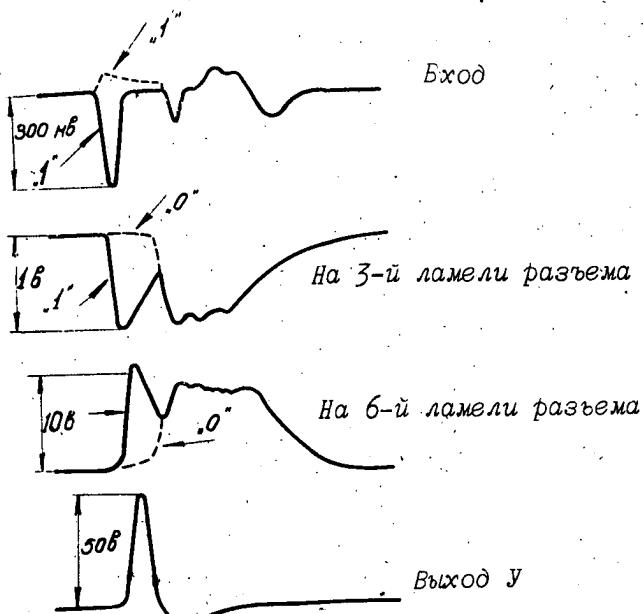


Рис. 30

нератор развертки используется в блоке визуального контроля содержимого каждого разряда МОЗУ при автономной работе. Он представляет собой генератор пилообразного напряжения, работающего на вертикальные пластины осциллографа ЭО-6. Синхронизация развертки осуществляется от регистра адреса

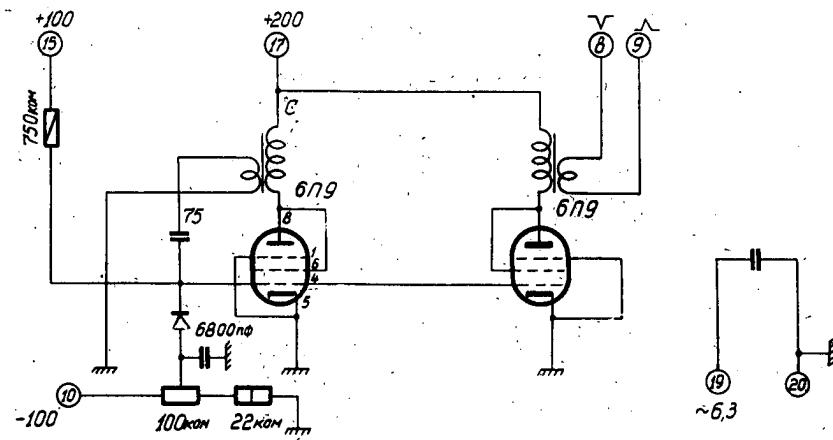


Рис. 31.

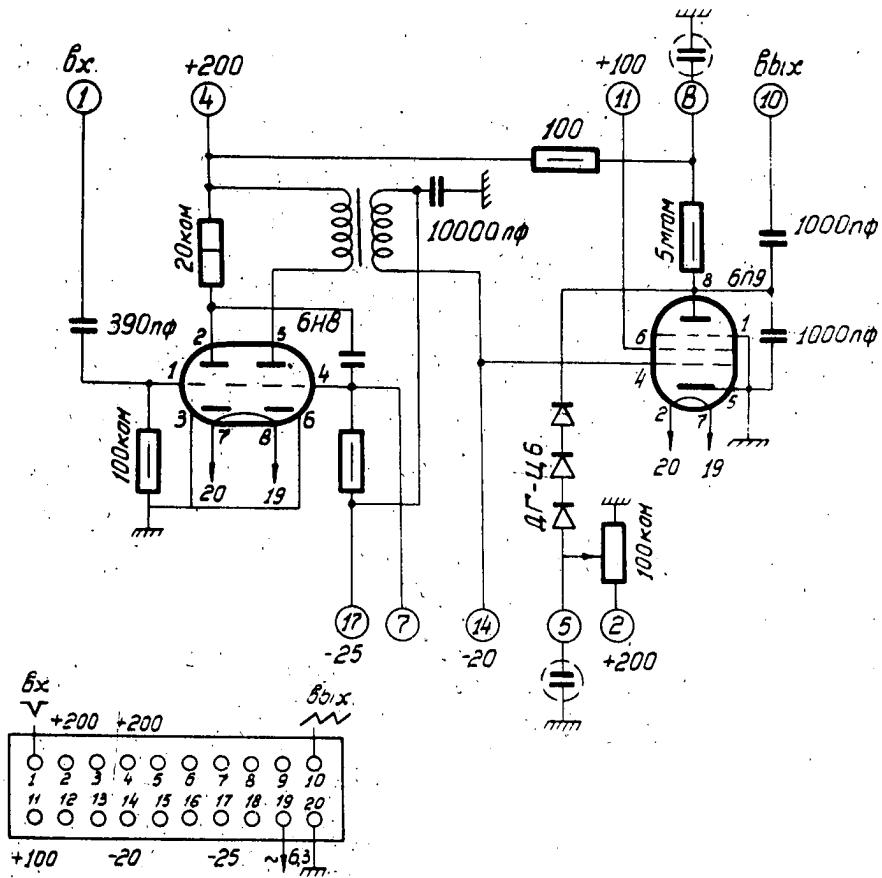


Рис. 32

при работе его в режиме счетчика. Горизонтальная развертка осциллографа запускается от триггера старшего разряда адреса. Импульсами от выходных формирователей регистра числа производится модуляция луча. Таким образом, при включении регистра адреса счетчиком может быть получен растр на экране осциллографа, показывающий содержимое одного разряда запоминающего устройства.

Схемы блоков генератора импульсов и генератора развертки показаны соответственно на рис. 31 и рис. 32. В качестве усилителей мощности  $P_x$  и  $P_z$  (рис. 17) использованы блоки типа  $\Phi_z$ .

#### 7. ОСОБЕННОСТИ НАЛАДКИ И ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОЗУ

При наладке МОЗУ основными трудностями были помехи, наводимые в обмотках считывания от формирователей  $\Phi_z$  и  $\Phi_x$ , и недостаточная надежность некоторых электронных блоков МОЗУ. Это относится в первую очередь к блокам  $\Phi_z$  и усилителям считывания. Во время наладки было установлено, что лампы ГУ-50, первоначально использовавшиеся в выходных каскадах блоков  $\Phi_z$ , имеют сравнительно небольшой срок службы при работе в импульсном режиме. Обычно для подавляющего большинства этих ламп срок службы ограничивался 500 час. Это, конечно, не значит, что проработавшие 500 час. лампы полностью выходили из строя, но потеря тока эмиссии у большинства из них за этот период составляла 20÷25%. Вследствие того, что к блокам  $\Phi_x$  предъявляется требование поддерживать ток выборки  $1,5a \pm 10\%$ , а никакой системы стабилизации токов выборки первоначально предусмотрено не было, потеря эмиссии на 20% делала лампу непригодной для работы в блоке  $\Phi_z$ . Значительно лучше в блоке  $\Phi_z$  работали две лампы БПЗС, включенные параллельно.

Поскольку блок  $\Phi_z$  не должен выдавать в координатную сетку импульс тока более  $1,7a$  (в противном случае возрастают помехи от полувыбранных координатных трансформаторов), на цепи формирования токов выборки налагаются

требования как в отношении минимального тока, так и в отношении максимального импульса тока. Это не позволяет установить токи выборки с большим запасом по амплитуде, чтобы при старении электронных ламп амплитуда токов оставалась достаточной для нормальной работы координатной сетки. Для устранения этого недостатка была использована специальная схема ограничения токов выборки от формирователей  $\Phi_z$  по максимуму (рис. 33).

Ввиду того, что одновременно всегда работают только 2 блока  $\Phi_z$ , катоды всех выходных каскадов блоков  $\Phi_z$ , относящихся к координате  $X$  и  $Y$ , соответственно объединяются и через сопротивление  $R$  соединяются с напряжением -400в. Диоды Д анодами соединены с нулевым потенциалом, а катодами с сопротивлением  $R$ . Поэтому через сопротивление протекает ток  $I_0$ . При отсутствии тока в каком-либо из выходных каскадов  $\Phi_z$  катоды ламп находятся также под нулевым потенциалом. Если катодный ток любой из ламп не превышает величины  $I_0$ , диоды остаются открытыми. Если же катодный ток оказывается больше  $I_0$ , диоды запираются и в катодную цепь каскада включается сопротивление  $R$ , которое ограничивает ток лампы за счет действия отрицательной обратной связи по току. Задавая величину  $I_0$  такой, чтобы в координатную сетку поступал импульс тока 1,5a, можно использовать блоки  $\Phi_z$  с большим запасом по току, не вызывая при этом помех от полувыборочных координатных трансформаторов. До тех пор пока формирователь  $\Phi_z$  будет обеспечивать катодный ток больший  $I_0$ , на него будет действовать цепь ограничения, причем по амплитуде импульса на сопротивлении  $R$  можно судить о величине запаса по току, который имеет блок. Блоки, имеющие малый запас по току, а следовательно малую амплитуду импульса на сопротивлении в цепи катода, при профилактической проверке подлежат замене. Введение схемы ограничения позволило устанавливать в стойку МОЗУ блоки  $\Phi_z$  с большим запасом по току эмиссии, что существенно повысило надежность работы МОЗУ и увеличило срок службы формирователей.

Посколькучитывающая обмотка, проходящая через запоминающие сердечники

ки куба, имеет значительную индуктивность, на ней собираются наводки от мощных формирователей, используемых в МОЗУ. Для устранения этих наводок, а также паразитных колебаний на считающей обмотке, возникающих при подаче импульсов записи в куб, на входе усилителя считывания каждая группа

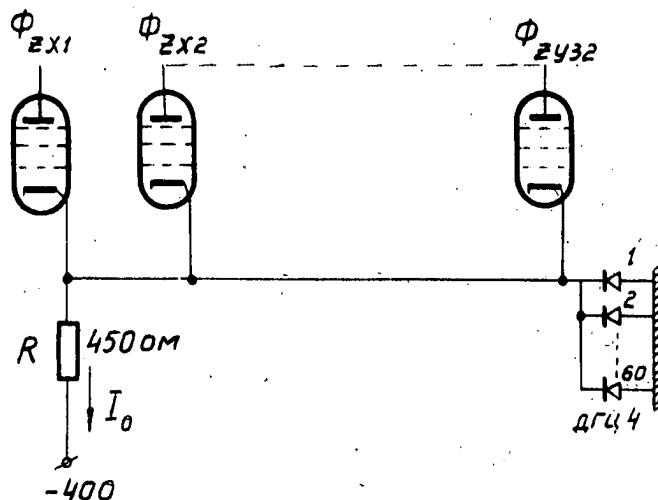


Рис. 33

считывающей обмотки шунтирована сопротивлением 300 $\Omega$ .

Первоначально вентиль усилителя считывания был выполнен на лампе 6Ж4. Но так как для управления по третьей сетке этой лампе требуется напряже-

ние порядка 70 ± 80 $\text{e}$ , приходилось подавать в усилитель достаточно большой по амплитуде стробирующий импульс. В результате, наводки от стробирующего сигнала на вход усилителя имели величину в несколько десятков милливольт.

При прохождении через усилитель эти паразитные сигналы вызывали на выходе усилителя помеху при считывании кода "0". С целью уменьшения этой помехи вентиль был смонтирован вместо лампы 6Ж4 на лампе 6Ж2Б, требующей для управления по третьей сетке напряжения не более 15 $\text{e}$ . Уменьшение стробирующего сигнала по амплитуде позволило почти полностью устраниТЬ наводку от стробирующего сигнала на вход усилителя.

Для удобства наладки в схеме управления МОЗУ был смонтирован триггер контроля, позволяющий производить сравнение работы двух разрядов запоминающего устройства при работе регистра адреса в режиме счетчика. На его входы через вентили  $B_{20}$  и  $B_{21}$  поступают импульсы от двух усилителей считывания. Если коды с двух разрядов совпадают, триггер контроля все время

находится в положении "1" и открывает вентиль В<sub>14</sub>, стоящий на выходе генератора импульсов. Если на входе триггера пропадет импульс от какого-либо усилителя считывания, а это может быть при сбое одного из разрядов, происходит блокирование вентиля В<sub>14</sub> и подача ГИ от генератора импульсов на запуск схемы управления прекращается. По коду, оказавшемуся при этом на регистре адреса, можно судить, в каком месте произошел сбой.

При наладке может встретиться необходимость в полной очистке МОЗУ, для чего предусмотрены вентили В<sub>18</sub> и В<sub>19</sub> и кнопка "очистка МОЗУ", расположенная на пульте БЭСМ. При очистке МОЗУ БЭСМ отключена и код на регистры не поступает; переключатель П-1 включает триггер РА счетчиком; переключатель П-5 стоит в положении "от себя". Включением кнопки "очистка МОЗУ" открывается вентиль В<sub>18</sub> и импульс ГИ устанавливается в "1" триггер записи. При этом происходит запись нуля по всем адресам. Вентили В<sub>19</sub> и В<sub>15</sub> управляют установкой единицы триггеров РЧ при обращении к нечетным платам.

За время опытной эксплуатации МОЗУ совместно с БЭСМ, продолжавшейся несколько месяцев, было установлено, что запоминающее устройство на ферритах работает значительно надежнее запоминающего устройства на электронных трубках. При работе с запоминающим устройством на ферритах среднее время безотказной работы БЭСМ возросло по сравнению со временем при работе с запоминающим устройством на трубках, повысилась надежность работы машины, сильно сократилось количество случайных сбоев машины, упростилась профилактическая проверка БЭСМ.

При профилактическом контроле машины МОЗУ проверяется по специальным тестовым программам при пониженном напряжении накала и при увеличенном напряжении смещения на вентилях усилителей считывания. Контроль производится, как правило, не чаще одного - двух раз в сутки.

## СПИСОК СОКРАЩЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БЭСМ	- быстродействующая электронная счетная машина
В <sub>вх</sub>	- вентиль входной
В <sub>р</sub>	- вентиль регенерации
В <sub>сч</sub>	- вентиль счетчика
ВФ	- вентиль-формирователь
Ги	- генератор импульсов
Д <sub>x</sub>	- дешифратор регистра адреса $x$
Д <sub>y</sub>	- дешифратор регистра адреса $y$
ЗС	- запоминающий сердечник
ЗТ	- запоминающие торы
ЗУ	- запоминающее устройство
И <sub>a</sub>	- инвертор типа $a$
И <sub>зп</sub>	- импульс записи (шина записи, операция записи)
И <sub>р.сп</sub>	- импульс разрешения совпадения
И <sub>у"0"</sub>	- импульс установки "0"
И <sub>у"1"</sub>	- импульс установки "1"
К <sub>а</sub>	- катодный повторитель типа $a$
КС	- компенсационный сердечник
КША	- кодовые шины адреса
КШЧ	- кодовые шины числа
ЛЗ	- линия задержки
МОЗУ	- магнитное оперативное запоминающее устройство
П	- переключатель
РА <sub>x</sub>	- регистр адреса $x$
РА <sub>y</sub>	- регистр адреса $y$
РС	- рабочий сердечник

РЧ - регистр числа  
Сч - считывание  
Т<sub>раб</sub> - трансформатор рабочий  
Т<sub>авт</sub> - триггер автоматического контроля  
Т<sub>зп</sub> - триггер записи  
Т<sub>о.р</sub> - триггер одиночной работы  
Т<sub>п</sub> - триггер потенциальный  
ТРА - триггер регистра адреса  
ТРЧ - триггер регистра числа  
У<sub>сч</sub> - усилитель считывания  
Ф<sub>строб</sub> - формирователь стробирующего импульса  
Фу"0"А - формирователь у"0" регистра адреса  
Фу"0"Ч - формирователь у"0" регистра числа

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

	стр
Введение . . . . .	3
1. Запоминающее устройство матричного типа . . . . .	5
2. Запоминающее устройство типа "Z" . . . . .	8
3. Технические данные и конструкция запоминающего устройства машины БЭСМ АН СССР . . . . .	18
4. Блок-схема магнитного оперативного запоминающего устройства . . . . .	27
5. Скелетная схема МОЗУ и временная диаграмма его работы. . . . .	30
6. Электронные блоки МОЗУ . . . . .	36
7. Особенности наладки и опыт эксплуатации МОЗУ . . . . .	48

Поступило 18/IV - 1957 г.

Тип. 500

Зак. 27

ИТМ и ВТ АН СССР. Москва, Калужское шоссе 71а